4000 Bibl. Mont

<36602478440017
<36602478440017
Bayer. Staatsbibliothek

Beſchreibung und Theorie

des engliſchen

Cylinder=Gebläſes,

nebſt

einigen Vorſchlägen

zur

Verbeſſerung dieſer Maſchine.

Von

D. Joſeph Baader,

Kurpfalzbaieriſchem Landesdirections=Rath und Mitglied des General=Berg= Hütten= und Salinen=Bureaus, über ſämmtliche Brunn= und Waſſerwerke, und über alles Maſchinenweſen bey den kurfürſtlichen Bergwerken, Hütten, und Salinen beſtelltem Commiſſär, der kurfürſtl. baieriſchen Akademie der Wiſſenſchaften zu München, der mineralogiſchen Geſellſchaft zu Jena, der Nacheiferungsgeſellſchaft zu Colmar, und der königlich mediziniſchen Geſellſchaft zu Edinburg Mitglied.

Mit ſieben Kupfertafeln.

München,

bey Joſeph Lindauer. 1805.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Seiner Exzellenz

dem

Hochgebohrnen Herrn

Maximilian

Reichs-Freyherrn von Montgelas,

Sr. Kurfürſtl. Durchlaucht zu Pfalzbaiern ꝛc. ꝛc.

Kämmerer,

wirklichen geheimen Staats- und Konferenz-Miniſter,

der Departements der auswärtigen Angelegenheiten und der Finanzen

dirigirenden Miniſter,

des Ritterordens vom heiligen Hubert, und des Johanniter Ordens Großkreuz,

ꝛc. ꝛc. ꝛc.

in tiefſter Ehrfurcht

gewidmet

vom Verfaſſer.

Vorrede.

Gegenwärtige Beſchreibung und Theorie des engliſchen Cylinder-Gebläſes ſollte eigentlich ſchon vor 9 Jahren, bald nach meiner Zurückkunft aus England, erſchienen ſeyn, und wirklich waren auch damals ſchon mehrere Zeichnungen, und ein Theil des Manuſcrips zu dieſem Werke fertig. Beſtändige Geſchäfte und Reiſen hinderten mich indeſſen bis jetzt an der Vollendung desſelben, und gerne hätte ich nach einem ſo langen Aufſchube, bey meinen übrigen vielen Arbeiten, auf die Herausgabe dieſes Werkes gänzlich Verzicht gethan, wenn dieſe ganze Zeit über auch nur eine deutliche und vollſtändige Beſchreibung dieſer wichtigen Maſchinen in Deutſchland erſchienen wäre. Zwar enthält das Journal des Mines (II Trimeſtre, an IV.) eine Beſchreibung und Zeichnung eines zu Marche-ſur-Meuse im Namurſchen vorgerichteten Gebläſes mit Cylindern von Gußeiſen; auch hat Herr Oreilly in dem ſeit einigen Jahren von ihm zu Paris herausgegebenen Journale: Annales des arts et manufactures, ou memoires technologiques (No. 19. An X.) eine flüchtige Beſchreibung und Abbildung eines Engliſchen, durch eine Dampfmaſchine betriebenen, Gebläſes geliefert; und ich ſelbſt habe in dem 1797 zu München erſchienenen ſie-

ben-

benten Bande der neuen philoſophiſchen Abhandlungen der baieriſchen Akademie der Wiſſenſchaften (S. 119 — 168) meine Theorie des engliſchen Cylinder-Gebläſes nebſt einer kurzen Beſchreibung dieſer Maſchine abdrucken laſſen: allein die beyden erſtern ſind ſo oberflächlich und unvollſtändig, und letztere befindet ſich, da überhaupt die Abhandlungen der bairiſchen Akademie bis jetzt im übrigen Deutſchlande nicht genug bekannt und verbreitet ſind, in ſo wenigen Händen, daß ich allerdings erwarten darf, daß der Gegenſtand dieſes Werkes für den größten Theil des deutſchen Hüttenmänniſchen Publikums auch jetzt noch eben ſo neu als intereſſant ſeyn werde.

Von den vielen verſchiedenen Anordnungen dieſer Maſchine, die man in England findet, und welche nach den Erfodernißen der Localität, und nach den Kenntnißen und Launen jedes einzelnen Kunſtmeiſters unzählige Abänderungen oder Modificationen erhalten können, wählte ich nur diejenigen zum Gegenſtande meiner Beſchreibung, die mir überhaupt die einfachſten und vortheilhafteſten ſchienen, und welche nach meinen eigenen Beobachtungen die beſte Wirkung leiſten; und ich nahm dabey vorzüglich auf ſolche Maſchinen Rückſicht, welche durch Waſſerräder in Bewegung geſetzt werden (obwohl gerade dieſe in England am wenigſten gebräuchlich ſind) weil die Anwendung der Dampfmaſchine zu dieſem Zwecke in Deutſchland noch zur Zeit nur an ſehr wenigen Stellen mit Vortheil ſtatt finden kann.

Die von mir hiebey angegebenen Verbeſſerungen und neuen Einrichtungen dieſer Maſchine ſind, wie ich mir ſchmeichle, durchaus ſo einfach, und beruhen

jetzt

auf ſo unfehlbaren Gründen, daß jeder erfahrne Kunſtverſtändige von den Vortheilen derſelben, wenn gleich ſolche auf dem Wege der Erfahrung noch nicht beſtättigt ſind, ſich zum Voraus wird überzeugen können.

Die beygefügte Theorie enthält die Auflöſung aller bey der Anlage eines Cylindergebläſes vorkommenden Aufgaben, und die Grundſätze, nach welchen die ſchicklichſten Verhältniße der verſchiedenen Theile einer ſolchen Maſchine beſtimmt werden müſſen.*) Bey den unvollſtändigen Kenntnißen, die wir bis jetzt noch von den Geſetzen der Bewegung flüßiger Körper, beſonders der elaſti-

*) Es iſt in der That ſonderbar, daß von ſo vielen ältern und neuern mathematiſchen Schriftſtellern, welche ſich durch ihre ſcharfſinnigen Bemühungen um verſchiedene Theile der Maſchinenlehre verdient gemacht haben, auſſer Hrn. Langsdorf (ſoviel mir bewußt iſt) noch keiner auf den Gedanken gerathen iſt, die Theorie der Gebläſe zu bearbeiten; und dieſer Umſtand mag wohl mit zum Beweiſe dienen, wie wenig man, bis auf einige Jahre her, die Wichtigkeit dieſer Maſchinen eingeſehen oder gewürdigt hat. — So z. B. hat der ſelige Karſten in ſeinem Lehrbegriff der geſammten Mathematik ſehr vollſtändige, und die geringſten Details erſchöpfende Theorien der Windbüchſe und der Luftpumpe geliefert, der Blaſebälge hingegen nirgends erwähnt. Herr Profeſſor Langsdorf hat übrigens in der von ihm im Jahre 1797 (da meine Theorie im VII[ten] Bande der neuen philoſophiſchen Abhandlungen der baieriſchen Akademie der Wiſſenſchaften ſchon abgedruckt war) zu Erlangen erſchienenen Inaugural-Schrift: Theoriae Cylindrorum ventigenorum Tentamen etc. etc. (worinn er ſtatt des engliſchen Cylindergebläſes eigentlich das von mir erfundene hydroſtatiſche Gebläſe ohne Zeichnung beſchrieb) dieſen Gegenſtand auf eine von der meinigen gänzlich verſchiedene Weiſe behandelt, auch die wichtigſten Aufgaben, worauf es bey der Anlage dieſer Maſchinen vorzüglich ankömmt, gar nicht berührt. —

ſtiſchen, beſitzen, mag dieſer Verſuch (der urſprünglich bloß zu meinem eigenen Gebrauche beſtimmt war) noch immer die Stelle einer vollſtändigern Arbeit erſetzen, und in jedem Falle für die Leitung des Werkmeiſters hinreichen. Aus eigener Erfahrung kann ich wenigſtens verſichern, daß ich mich ſelbſt von der Richtigkeit meiner Formeln in der Anwendung ſowohl bey neuen Anlagen, die ich in England zu dirigiren, als bey andern Maſchinen, die ich im Gange zu beobachten und zu berechnen Gelegenheit hatte, hinlänglich überzeugt habe. Inſoferne das hier vorgetragene Raiſonnement auf richtigen dynamiſchen Grundſätzen beruhet, können die daraus hergeleiteten Formeln auch die Wahrheit nicht weit verfehlen, obwohl ſelbe durch künftig zu machende Verſuche und Entdeckungen allerdings noch manche Berichtigung und Zuſätze erhalten dürften. So z. B. iſt es nicht unwahrſcheinlich, daß der durch eine kleine Oefnung ausgetriebene Luftſtrahl eine ähnliche Zuſammenziehung leidet, wie der durch die Oefnung eines Gefäßes ausſtrömende Waſſerſtrahl. Auch der Widerſtand, den die Länge der Windleitungen, ſo wie derjenige, den die verſchiedenen Büge und Krümmungen derſelben verurſachen, und der, nach allgemeinen Erfahrungen, noch weit beträchtlicher iſt, als jener, welchen das Waſſer in langen Röhrenſtrecken leidet, iſt noch keineswegs beſtimmt. Es iſt eine jedem Hochofenmeiſter in England bekannte Thatſache, daß, wenn der Wind aus einem und demſelben Luftbehälter (Regulator) durch gerade Röhren von einerley Weite, und unter demſelben Winkel nach verſchiedenen Formen geführt wird (wie dann öfters mehrere Oefen und Friſchfeuer zugleich durch eine gemeinſchaftliche Maſchine geblaſen werden) das kürzere Rohr, auch wenn

der

der Unterſchied nur 10 bis 12 Fuß beträgt, allemal um ein Merkliches ſtärker bläſet, als das längere, wenn gleich die Oefnungen beyder Düſen oder Blaſeröhren vollkommen gleiche Weite haben. Aeußerſt merkwürdig iſt die Erfahrung, die der berühmte engliſche Eiſenhüttenmeiſter, Hr. John Wilkinson, vor mehreren Jahren zufälligerweiſe über dieſen Gegenſtand gemacht hat, und zu deren Erklärung unſre gegenwärtige Pnevmatik ganz unzulänglich iſt.*) Er gerieth auf den Einfall, einen Bach mit einem ſtarken Gefälle zur Betreibung eines Hohofens zu benützen, welcher 5000 Fuß (ungefähr eine engliſche Meile) von der Stelle entfernt war. In dieſer Abſicht baute er ein großes oberſchlächtiges Rad mit einer vollſtändigen Cylinder-Maſchine, und führte eine Windleitung von zwölf Zoll im Durchmeſſer weiten gegoſſenen eiſernen Röhren von der Maſchine gerade nach dem Ofen. Als nun die ganze Anlage vollendet war, und man das Erſtemal Waſſer aufs Rad ſchlug, zeigte ſichs zum großen Erſtaunen aller Gegenwärtigen, daß die zuſammengepreßte Luft durch die kleinſten Oeffnungen und Fugen, vorzüglich aber durch ein mit Gewicht beſchwertes Ventil (Waſte-valve) an der Maſchine ſelbſt entwiſchte, indeß aus der Oefnung am entfernten Ende der Röhrenleitung durch ein vorgehaltenes Licht nicht Einmal die geringſte Bewegung zu bemerken war! — Man verſtopfte hierauf alle Fugen auf das ſorgfältigſte, und beſchwerte das Ventil nach und nach mit ſo viel Gewicht, daß die verdichtete Luft ſolches gar nicht mehr zu heben ver-

---

*) Ich habe die Erzählung dieſes ſehr ſonderbaren Verſuches aus dem Munde des Hrn. Wilkinson ſelbſt, und des Herrn James Watt in Birmingham, der auch Augenzeuge war: Auch iſt die Thatſache in England allgemein bekannt.

vermochte, und das Rad, bey vollem Aufſchlagwaſſer, ſich immer langſamer bewegte, bis es endlich ganz ſtille ſtand. Allein obwohl nunmehr die Luft auf einen ſo hohen Grad verdichtet war, daß ihre Elaſtizität der ganzen vorhandenen Kraft das Gleichgewicht hielt, ſo war doch an dem entfernten Ende der Windleitung noch nicht der ſchwächſte Luftzug zu ſpüren. Natürlicherweiſe entſtand jetzt die Vermuthung, daß die Röhrenſtrecke an irgend einer Stelle durch einen Zufall verſtopft wäre; und, um dieſe Hypotheſe zu prüfen, ſteckte man in die Mündung der Windleitung bey der Maſchine eine lebende Katze, welche, nachdem ihr der Rückweg verſchloſſen ward, nach einiger Zeit an dem andern offenen Ende (von welchem das enge Blaſerohr abgenommen war) unverletzt heraus kam, folglich die ganze Röhrenleitung ohne Widerſtand durchlaufen hatte! — Nunmehr gerieth man zuerſt auf die Vermuthung, es müſſe in der Länge der Röhren ſelbſt eine bisher unbekannte Urſache dieſer ſonderbaren Erſcheinung liegen; und um ſich hievon zu überzeugen, ließ Hr. Wilkinson von dem äußerſten Ende an bis zur Maſchine in einem Abſtande von 30 zu 30 Fuß Löcher in die Röhrenleitung bohren, da dann erſt in einer Entfernung von 600 Fuß von der Maſchine ein ſchwacher Luftſtrom zu bemerken war, der allmählig ſtärker und lebhafter ward, in dem Verhältniße als die Oefnungen ſich der Maſchine näherten. *)

Ich

*) Es iſt ſehr zu bedauern, daß bey dieſem koſtbaren Verſuche (der wohl ſchwerlich jemals in demſelben Maßſtabe wiederholt werden dürfte) es Niemanden einfiel, das Verhältniß, nach welchem die Dichte der Luft in der Röhrenleitung abnahm (durch eine leicht anzubringende Vorrichtung mit umgebogenen gläſernen Röhren, welche mit Waſſer

Ich überlaſſe es jedem Gelehrten, die phyſiſche Urſache dieſes Widerſtandes, oder vielmehr dieſer gänzlichen Tilgung einer bewegenden Kraft, zu erklären, oder das Geſetz theoretiſch aufzufinden, nach welchem der Widerſtand einer durch eine lange Röhrenleitung bewegten Luftmaſſe mit der Länge derſelben zunimmt. Meine eigenen Gedanken und Muthmaſſungen über dieſen Gegenſtand hier vorzutragen, würde eben ſo unbeſcheiden als unnütz ſeyn. Vielweniger würde ich es wagen, mich in die analytiſche Unterſuchung einer ſo äußerſt delikaten und verwickelten Materie einzulaſſen, nachdem bekanntermaſſen in minder ſchwierigen Aufgaben dieſer Art die größten Männer des letzten Jahrhunderts mit dem höchſten Aufwande von Scharfſinn und mit den feinſten Kunſtgriffen und Meiſterſtreichen der höhern Analyſis auf Reſultate gerathen ſind, die mit der Erfahrung, und folglich mit der Wahrheit, auf keine Weiſe übereintreffen. Ich bin vielmehr der Meynung, daß Gegenſtände dieſer Art ganz auſſer dem eigentlichen Gebiete der Mathematik liegen; und ich glaube, daß man ſich mit dergleichen analytiſchen Unterſuchungen zwar auf eine angenehme und unſchuldige Art die Zeit verkürzen kann, wenn man ſie doch auf keine nützlichere Beſchäftigung zu verwenden weiß; daß man aber dieſes Geſetz, (ſo wie ſo manches andere, was Uns noch in der Hydrodynamik mangelt) nicht

Waſſer oder Queckſilber angefüllt würden) praktiſch zu beſtimmen. — Übrigens gehört hieher auch die den Bergleuten längſt bekannte Thatſache, daß die Wetterblaſenden Maſchinen nur bis auf eine gewiſſe Weite wirken, daß ihr Effekt in dem Verhältniße ſchwächer wird, je länger die Lottenſtrecke geführt wird, und daß ſelbſt die mächtigſte aller Wettermaſchinen, die Waſſertrommel, nicht über 60 Lachter weit bläſet. —

anders als auf dem Wege der Erfahrung durch zahlreiche im Großen angeſtellte Verſuche wird auffinden können. Auch ſcheint es mir, daß es überhaupt in der angewandten Mathematik, wie in der Naturwiſſenſchaft weit ſicherer und klüger gehandelt ſey, eine neue Thatſache zuerſt hiſtoriſch mit der möglichſten Genauigkeit zu beſtimmen, und nachher allenfalls eine paſſende Theorie zu erfinden, wodurch ſelbe auf eine für den menſchlichen Verſtand befriedigende Art erklärt und bewieſen werden kann, als umgekehrt gleich mit dem Beweiſe den Anfang zu machen, ſich in einen Labyrinth von unſichern Schlußketten zu verlieren, und der Natur Geſetze vorzuſchreiben, die ſie nicht befolgt, und an die ſie nicht gedacht hat. —

Uebrigens bedarf es hier wohl kaum der Erinnerung, daß das Engliſche, in dieſem Werke beſchriebene, Cylindergebläſe von dem von mir erfundenen, in einer beſondern, im Jahre 1794 zu Göttingen erſchienenen, Abhandlung zuerſt beſchriebenen, und nunmehr unter dem Namen des Baaderſchen Cylindergebläſes, wenigſtens in Deutſchland, ſchon ziemlich allgemein bekannten, hydroſtatiſchen Gebläſe, ſowohl im Prinzip als in der Conſtruction, weſentlich verſchieden iſt, und daß daher keineswegs (wie ſchon einigemal von Perſonen, welche das engliſche Gebläſe nicht kennen, geſchehen iſt) das Eine mit dem andern verwechſelt werden darf.

München den 10. Februar 1805.

Joſeph Baader.

Inhalt.

Erſter Theil.

Beſchreibung des engliſchen Cylindergebläſes, und Vorſchläge zu deſſen Verbeſſerung.

I.

Allgemeiner Begriff vom Cylindergebläſe. Mängel der gewöhnlichen Blasbälge und Vortheile des Cylindergebläſes. S. 1 — 6.

II.

Allgemeine Eintheilung der verſchiedenen Vorrichtungen des Cylindergebläſes. — Beſchreibung eines Gebläſes, welches durch eine Dampfmaſchine in Gang geſetzt wird, mit einem Luftbehälter oder Regulator mit ſchwebendem Kolben. S. 7 — 15.

III.

Vorſchlag zur Verbeſſerung des Regulators mit ſchwebendem Kolben. S. 16 — 17.

IV.

Beſchreibung des engliſchen Waſſerregulators. — Windbehälter von unveränderlichem Inhalt. S. 18 — 20.

V.

Beſchreibung eines durch Waſſerkraft betriebenen Cylindergebläſes mit cycloidiſchen Wellfüſſen. — Abänderung deſſelben Mechanismus. S. 21 — 25.

VI.

Vorſchlag zur Anwendung halbgezahnter Stirnräder auf die Bewegung eines durch Waſſerkraft zu betreibenden Cylindergebläſes. S. 26 — 28.

VII.

Anordnung eines durch Waſſerkraft betriebenen Cylindergebläſes mit Kurbeln oder Krummzapfen. S. 29 — 32.

VIII.

VIII.

Beſchreibung eines doppeltwirkenden Blaſecylinders. S. 33. — 34.

IX.

Vorſchlag zu einer verbeſſerten Anordnung eines durch krumme Zapfen zu betreibenden Cylindergebläſes. S. 35 — 37.

X.

Vorſchlag zur Anordnung eines Gebläſes mit vier Cylindern und mit Kurbelbewegung, wobey die Maſchine in den möglichſt kleinſten Raum gebracht wird. S. 38.

XI.

Beſchreibung eines neuerfundenen Cylindergebläſes mit doppelten gegeneinander wirkenden Kolben. S. 39 — 44.

XII.

Anordnung eines Gebläſes mit zweyen übereinander geſtellten Cylindern, in welchen die Kolben gegeneinander ſpielen. S. 45.

XIII.

Anordnung eines Cylindergebläſes mit zweyen gegeneinander ſpielenden Kolben und cycloidiſchen Wellfüßen. S. 46 — 47.

XIV.

Anordnung eines Gebläſes mit zweyen in einem Cylinder gegeneinander ſpielenden Kolben, welche durch Krummzapfen bewegt werden. S. 48 — 50.

Beſchluß — — S. 51 — 52.

Zweyter Theil.

Theorie des engliſchen Cylindergebläſes. S. 55 — 105.

Anhang.

Praktiſche Anleitung zur Verzeichnung einer vollkommen richtigen Krümmungslinie für die Wellfüße an den Gebläſemaſchinen. S. 106.

Erſter Theil.

Beſchreibung

des

engliſchen Cylindergebläſes,

und

Vorſchläge

zu deſſen Verbeſſerung.

I.

Allgemeiner Begriff vom Cylindergebläſe. Mängel der gewöhnlichen Blasbälge, und Vortheile des Cylindergebläſes.

Das Cylindergebläſe gehört zu jenen Erfindungen, die ſich mehr durch Einfachheit als Scharfſinn empfehlen, und bey welchen man ſich am Meiſten darüber wundern muß, daß ſie nicht längſt von tauſend mittelmäßigen Köpfen erzeugt und ausgeführt worden ſind. Dieſe überaus wichtige Maſchine iſt in England und Schottland ſeit ohngefähr dreyßig Jahren mit den auffallendſten Vortheilen allgemein an die Stelle der in jeder Rückſicht mangelhaften Bälge vor den Schmelzöfen ſowohl als vor den Friſchfeuern eingeführt, und hat in dem ganzen Hüttenweſen mehr als irgend eine andere Erfindung neuerer Zeiten Epoche gemacht. Ihre Conſtruction iſt an ſich ſehr einfach, da ſie im Grunde Nichts anders als eine Compreßionspumpe oder ein Luftdruckwerk im Groſſen iſt, und in der That liegt das Verdienſt des Erfinders nicht ſowohl im Entwurfe des Planes, als in Auffindung der Mittel, und Ueberwindung der Schwierigkeiten, welche der Ausführung desſelben im Wege ſtanden. Der Stärke, Dauer und Genauigkeit wegen müſſen die Cylinder nothwendig von Metall ſeyn *); man wählte hiezu gegoſſenes Eiſen als das wohlfeilſte und

*) Man hat in Schleſien und anderswo mit hölzernen Cylindern (Tonnen) Verſuche gemacht, in denen gelederte Scheiben (Kolben) auf und nieder bewegt werden: allein der Schwierigkeiten nicht zu gedenken, mit denen die genaue Anfertigung und das Ausbohren ſo groſſer cylindiſcher Tonnen verknüpft iſt (wozu ein nicht minder koſtbarer Apparat als zum Ausbohren eiſener Cylinder gehörte) ſcheint die geringe Dauer (da das Holz unaufhörlichen Veränderungen unterworfen iſt, auch die innere Fläche ſehr bald ausgeſchliffen werden muß) und die unvermeidliche ſehr beträchtliche Reibung den Werth einer ſolchen Cylindermaſchine noch unter die gewöhnlichen

und dauerhafteſte. In Deutſchland, wo man bis auf wenige Jahre her überhaupt im Eiſenhüttenweſen, und beſonders in Verfertigung von Gußwaaren noch weit hinter den Engländern zurück war, würde die genaue Anfertigung ſo groſſer eiſerner Cylinder jedem, dem ſich dieſe Idee zufälliger weiſe dargeſtellt hätte, ganz und gar unausführbar geſchienen haben, und der erſte Keim einer ſo glücklichen Erfindung wäre hiemit ſogleich in ſeiner Geburt erſtickt worden. In England hingegen, wo man alles auszuführen wagt, was an ſich nicht unmöglich iſt, wenn nur ein weſentlicher Vortheil zu erwarten ſtehet; wo man ſchon früher mit dem ganzen Apparat zum Gießen und Ausbohren groſſer eiſerner Cylinder (für die Dampfmaſchinen) verſehen war, bedurfte es nur des Ohngefährs eines glücklichen Einfalls, um dem erzeugten Gedanken ſogleich auch Leben und Wirkſamkeit zu geben.

Ich habe die auffallendſten Mängel der gewöhnlichen Bälge bereits an einem andern Orte *) angezeigt, wohin ich meine Leſer, um mich nicht ſelbſt abzuſchreiben, verweiſen muß, und ich berühre hier nur einen dort nicht bemerkten Umſtand: **das Einſaugen der heißen Luft aus der Forme**, wodurch, beſonders bey einem ſchnellen Gange der Bälge, der Effekt doppelt vermindert wird: denn Erſtens raubt ein Balg dem andern Luft; Zweytens iſt die aus der Form eingezogene Luft immer in einem hohen Grade verdünnt, erwärmt, und zur Entbindung der Hitze weniger geſchickt, als friſche

chen hölzernen Bälge herabzuſetzen. Eben dieß gielt auch von dem ſogenannten hölzernen Kaſtengebläſe, welches ſeit einigen Jahren am Harz, in Schleſien, in Böhmen und anderswo eingeführt worden iſt, mit prißmatiſchen inwendig glatt gehobelten hölzernen Kaſten, in welchen hölzerne, mit Federleiſten, nach Art der Bälge, verſehene, Tafeln oder Kolben angebracht ſind, welche Vorrichtung eigentlich nur in der Form von den gewöhnlichen Bälgen verſchieden iſt, übrigens aber die ſehr beträchtliche Reibung, und alle andere Fehler mit dieſen gemein hat. —

*) Man ſehe: Joſeph Baaders Beſchreibung eines neu erfundenen Gebläſes. 4. Göttingen, bey Dietrich, 1794. —

Ich glaube mich rühmen zu dürfen, daß ich durch die Einleitung zu dieſem kleinen Werke die deutſchen Hüttenmänner zuerſt auf die Fehler und Nachtheile der gewöhnlichen Blaßbälge (welche damals noch kein deutſcher Schriftſteller vor mir gerügt hatte) und auf das dringende Bedürfniß, vollkommnere und wirkſamere Maſchinen an die Stelle dieſes elenden alten Schlendrians zu ſetzen, aufmerkſam gemacht habe. Auch ſind alle die verſchiedenen, mit mehr oder minder glücklichem Erfolge unternommenen Verſuche von Kaſten- und Cylindergebläſen am Harz, in Sachſen, und in Böhmen nur erſt ſeit dieſer Zeit, nämlich in dem letzten Jahrzehent, ausgeführt worden.

friſche, kalte, reine Luft, welche mehr Sauerſtoff enthält. Der Gefahr nicht zu gedenken, welcher die hölzernen Bälge vom Einziehen der Flammen und Funken aus der Form ausgeſezt ſind, wodurch ſchon manche Hütte eingeäſchert worden iſt.

Das Cylindergebläſe iſt von allen dieſen Mängeln frey, und hat noch überdieß mehrere wichtige und weſentliche Vorzüge.

1mo. Die Reibung der gelederten Kolben in den glatt ausgebohrten eiſernen Cylindern iſt gegen jene der hölzernen Bälge ganz unbeträchtlich, und doch ſchließen dieſe Kolben weit genauer an, als die Federleiſten an die hölzernen Kaſten der Bälge, zwiſchen welchen beſtändig ein beträchtlicher Theil der verdichteten Luft ganz zwecklos entwiſcht. Auch wird der ſchädliche Raum (der bey den hölzernen Bälgen ſehr bedeutend iſt *)) dadurch beynahe gänzlich vermieden, daß die Kolben bey jedem Zuge ganz bis an den Boden der Cylinder nieder oder aufwärts gedrückt werden. Folglich wird mit derſelben Kraft eine größere Wirkung herfürgebracht, oder, was gleichviel iſt, zu derſelben Wirkung eine geringere Kraft erfodert. **)

2do. Durch die Cylindermaſchine kann die Luft auf einen weit höhern Grad verdichtet, und hiedurch dem Winde ein größers Moment mitgetheilt werden, als durch die hölzernen oder ledernen Bälge, deren Wirkung überhaupt ſehr begränzt, und zu beſondern Abſichten ganz unzulänglich iſt. Auch kann man beym Cylindergebläſe die Stärke und Menge des Windes nach Gefallen mäßigen oder verſtärken, was bey den Bälgen ſchwer zu bewirken iſt.

*) Man ſehe meine Beſchreibung eines neuerfundenen Gebläſes, Einleitung Seite 13 — 16.

**) Nach einem Verſuche des Citn. Rambourg zu Troncais, departement de l'Allier, gab eine Cylindermaſchine (welche der Beſchreibung zufolge noch nicht am vortheilhafteſten gebaut war) bey einem Gefälle von 10 Fuß mit 80 Cubikfuß Aufſchlagwaſſer in jeder Minute eine Luftmenge von 400 Cubikfuß; ein Paar gewöhnlicher hölzerner Bälge bey demſelben Gefälle, mit 81 Cubikfuß Aufſchlagwaſſer, bließ nur 140 Cubikfuß in jeder Minute aus. Ohne Zweifel war auch der Grad der Verdichtung, und die Geſchwindigkeit des ausgeblaſenen Windes bey der erſten Maſchine größer. Wäre ſolche aber auch in beyden Fällen nur gleich groß geweſen, ſo verhielt ſich doch die Wirkung beyder Maſchinen wie $\frac{140}{81} : \frac{400}{80} = 1,728 : 5$, beynahe wie 1 zu 3. (Journal des mines, an. VI. Nro. 37. pag. 106.)

3tio. Die gleichförmige Wirkung des Cylindergebläſes, wodurch ein ununterbrochener egaler Luftſtrohm erhalten wird, iſt ein wichtiger Vorzug deſſelben vor den gewöhnlichen Bälgen, die nur ſtoßweiſe, abgeſeßt, und ſehr ungleich blaſen. Denn es iſt durch die Erfahrung völlig bewieſen, daß eine beſtimmte Luftmenge mit gleichförmiger Geſchwindigkeit ununterbrochen in einen Hohofen geblaſen dem Schmelzen weit zuträglicher iſt, und bey einem geringern Kohlenaufwande mehr Wirkung thut, als eine viel beträchtlichere Menge, die in derſelben Zeit mit veränderlicher Geſchwindigkeit, und öftern Intermißionen eingeblaſen wird.

4to. Da ein Paar Bälge nach der gewöhnlichen Einrichtung ſehr viel Raum einnimmt, ſo muß auch das Formengewölbe am Hohofen verhältnißmäßig weit und hoch ſeyn, damit zu den daſelbſt nöthigen Arbeiten noch Plaß genug übrig bleibe. Hiedurch wird aber die Stärke des ganzen Ofengebäudes von der Formſeite, beſonders an der Böſchung, oder unter der Raſt, nur zu ſehr geſchwächt. Beym Cylindergebläſe, wo der Wind aus dem in einiger Entfernung angebrachten Behälter (Regulator) durch eine gerade Röhrenleitung nach der Forme geführt wird, braucht das Formgewölbe nicht halb ſo groß zu ſeyn, und doch hat der Schmelzer daſelbſt weit mehr Raum und Bequemlichkeit zu allen ſeinen Arbeiten, als bey den Bälgen.

5to. Bey den groſſen Bälgen iſt das Abhangen, und Wiedereinhängen, welches öfters nöthig wird, eine Arbeit, die immer viele Zeit, und eine Menge von Händen erfordert. Beym Cylindergebläſe kann die Düſe oder das Blaſerohr durch einen einzigen Mann augenblicklich aus der Form, und eben ſo ſchnell wieder in dieſelbe gebracht werden, ohne daß an der ganzen Maſchine das geringſte geändert oder gehemmt werden darf. Auch bringt dieſe Einrichtung den beſondern Vortheil, daß der Schmelzer dem Blaſerohr jede beliebige Richtung mit der gröſten Leichtigkeit geben, und nach Gutbefinden eben ſo geſchwinde wieder verändern kann.

6to. Endlich beſteht ein wichtiger Vorzug des Cylindergebläſes noch darinn, daß man mit einer einzigen groſſen Maſchine mehrere Schmelzöfen oder Friſchfeuer zugleich betreiben kann, indem der Wind aus einem gemeinſchaftlichen Behälter durch Röhrenleitungen vertheilt wird. Hiedurch gewinnt man bey groſſen Anlagen zugleich an Bau- und Unterhaltungskoſten, an Raum, und an Bewegungskräften. Ich weiß

zwar

zwar ſehr wohl, daß man an einer Blaßwelle auch mehrere Paar Bälge nach gewöhnlicher Art vorrichten, und ſo durch ein einziges Rad 3 bis 4 kleine Schmelzöfen oder Friſchfeuer zugleich betreiben kann. Indeſſen nimmt eine ſolche Anordnung ſehr vielen Raum, und die Wirkung wird durch die vervielfältigte Reibung ſo vieler Bälge, Däumlinge und Strichſchwellen gar ſehr vermindert. Auch ſind dergleichen lange Blaſewellen ſehr geneigt, ſich zu krümmen, beſonders wenn das Werk nur einige Wochen ſtille ſteht, wodurch in der Folge ein ungleiches Eingreifen der Kämme, und ein unordentlicher Gang des Gebläſes entſtehet — ein Zufall, welcher bey einer ſolchen Vorrichtung unvermeidlich, bey dem Cylindergebläſe hingegen gar nicht zu befürchten iſt, da die ganze Maſchine in einem engen Raume ſtehet, und die Wellen verhältnißmäßig kurz ſind.

Wenn zur Summe aller dieſer Vorzüge des Cylindergebläſes noch ſeine Dauer (vielmehr Unzerſtörbarkeit in den weſentlichſten Theilen) in Erwägung gezogen wird, ſo bleibt die gröſſere Koſtbarkeit im Grunde nur in ſolchen Fällen ein bedeutender Einwurf, wo man mehr mit dem Anlagskapital, als mit den bewegenden Kräften, und mit den Reparations- oder Unterhaltungskoſten zu wuchern genöthigt iſt. Wo es hingegen im Ernſte darauf ankömmt, die vorhandene Bewegungskraft auf das vortheilhafteſte zu benützen, um den größtmöglichſten Effekt zu erhalten, beſonders, wo man mit Aufſchlagwaſſer nicht zu reichlich verſehen iſt, da wird ſich unſtreitig die auf eine ſolche Maſchine verwendete Summe durch die erhaltene größere Wirkung, Erſparung an Reparatur und Zeit mit Wucher verzinnſen. — Aus dieſem Geſichtspunkte betrachtet ſind wohl überhaupt die vollkommenſten und dauerhäfteſten Maſchinen im eigentlichen Sinne allemal die wohlfeilſten, ſo wie umgekehrt die wohlfeilſten Anlagen, welche gemeiniglich auch die ſchlechteſten ſind, aus entgegengeſetzten Urſachen in der Folge meiſtens die koſtbarſten werden. — Die Engländer, welche das Verdienſt haben, mit ihrem eigenen Kaufmannsgeiſte auch den Bergbau und das Hüttenweſen zu betreiben, ſind von der Wahrheit dieſes Satzes längſt ſo ſehr überzeugt, daß ſie bey der Anlage ihrer wichtigſten Maſchinen gar keine Koſten ſcheuen, um denſelben die möglichſte Vollkommenheit zu geben. Eben dieſer hohen Vollkommenheit und Dauer ihres Maſchinenweſens haben ſie es aber auch vorzüglich zu danken, daß ſie bey ihrem ſonſtigen Zurückbleiben in vielen zum Bergbau und Hüttenweſen gehörigen Kenntniſſen, und größtentheils gänzlichen Mangel an

wiſſenſchaftlicher Bildung, noch immer ſo gut fortkommen, daß der gelehrte gründlichere Deutſche die rieſenhaften Werke, welche dort ſo mancher einzelne Privatmann für ſich allein durch einen geſchickten Kunſtmeiſter (Engineer) ausführet, und ihren ungeheuren reinen Ertrag anſtaunen muß, während in unſerm Vaterlande ſo viele mit der ängſtlichſten Sparſamkeit **wiſſenſchaftlich** und **etatsmäßig** betriebene Werke kaum die Koſten der Unterhaltung, und der zu ihrer Aufſicht und oberſten Leitung aufgeſtellten Collegien und Departements nothdürftig abwerfen! —

Anmerkung. Außer den Koſten der Anlage, die dann freylich für manches deutſche Hüttenwerk unerſchwinglich ſeyn dürften, ſtehet indeſſen der allgemeinen Einführung des engliſchen Cylindergebläſes in Deutſchland zur Zeit noch ein wichtiges Hinderniß entgegen. — Die Unmöglichkeit, ſich die Cylinder, welche auf einer beſondern, ſehr künſtlichen, Bohrmaſchine auf das genaueſte ausgebohrt werden müßen, allenthalben zu verſchaffen. Dieſen ganzen Apparat zur Verfertigung und zum Ausbohren groſſer Cylinder beyzuſchaffen, um ein Paar Maſchinen damit zu verfertigen, dürfte wohl für die meiſten Eiſenhütten eben ſo koſtbar ausfallen, als die fertig gebohrten Cylinder aus England, oder aus Schleſien (wo ſeit Kurzem dergleichen Bohrmaſchinen nach engliſcher Art vorgerichtet ſind) kommen zu laſſen. Unter dieſen Umſtänden dürfte daher das von mir angegebene **hydroſtatiſche Gebläſe**, beſonders nach den neueſten Verbeſſerungen, wie es bereits auf einigen Eiſenhütten in der obern Pfalz und am Speſſart nach meinen Zeichnungen und unter meiner Aufſicht vorgerichtet, und im Gange iſt, noch immer, wenigſtens in Deutſchland, den entſchiedenen Vorzug, nicht nur vor allen übrigen neuern Arten von Bälgen nnd Kaſtengebläſen, ſondern ſelbſt vor der engliſchen Cylindermaſchine um ſo eher behaupten, als daſſelbe alle Vortheile dieſer letztern mit einer leichtern und wohlfeilern Conſtruction verbindet, von den gemeinſten Werkleuten allenthalben ohne irgend einen beſondern Apparat hergeſtellt werden kann, und in Rückſicht auf Krafterſparniß ſelbſt das engliſche Gebläſe bey gleicher Wirkung übertrift; ich hoffe demnach, meinen Landesleuten kein unangenehmes Geſchenk mit einer deutlichen und vollſtändigen Abbildung und ausführlichen Beſchreibung dieſer meiner Erfindung, nach einer durch mehrjährige Erfahrung bewährten Vorrichtung (wovon jene 1794 erſchienene Abhandlung nur den erſten unvollſtändigen Entwurf darſtellte) zu machen, welche ich baldmöglichſt herauszugeben gedenke.

II.

Allgemeine Eintheilung der verſchiedenen Vorrichtungen des Cylinder-gebläſes. — Beſchreibung eines Gebläſes, welches durch eine Dampf-maſchine in Gang geſetzt wird, mit einem Luftbehälter oder Regulator mit ſchwebendem Kolben.

Die Blaſemaſchinen werden in England allgemein entweder durch die Kraft des Waſ-ſers mittels ober- und unterſchlächtiger Räder, oder durch die Kraft des elaſti-ſchen Waſſerdampfes mittels der Dampf- oder Feuermaſchine (Steamengine) in Be-wegung geſetzt. Die älteſte Vorrichtung, deren man ſich bey Waſſerrädern bediente, beſtand in zweyen vertikal nebeneinander ſtehenden, oben offenen, 4 bis 6 Fuß im Durchmeſſer weiten Cylindern, deren gelederte Kolben wechſelweiſe mittels zweyer über denſelben angebrachter Schwengel und Gewichtkaſten aufwärts gezogen, und durch die an der Welle des Rades angebrachten Wellfüße oder Dazen, wie die Oberkaſten der gewöhnlichen Bälge, niedergedrückt wurden. Aus jedem Cylinder ſtröhmte die unter dem Kolben zuſammengedrückte Luft durch ein beſonders, am Boden des Cylinders an-gebrachtes Windrohr in die gemeinſchaftliche Forme des Schmelzofens. Nachdem man aber durch die Erfahrung ſich überzeugt hatte, daß ein ununterbrochener Luftſtrohm aus einem einzigen Blaſerohr wirkſamer und zuträglicher ſey, als der abgeſetzte un-gleichförmige **Kreuzwind** aus zweyen Düſen, ſo ſetzte man zwey, drey, auch vier ſol-cher Cylinder dergeſtalt nebeneinander, daß die von ihren wechſelweiſe gehobenen und niedergedrückten Kolben eingezogene und ausgeſtoſſene Luft in einer hinlänglich weiten gemeinſchaftlichen Windleitung (von gegoſſenen eiſernen Röhren) angehäuft, und durch das am Ende derſelben befeſtigte Windrohr oder Düſe in beſtändig gleichförmigem Strohme ausgeblaſen wurde. Natürlicherweiſe muß bey einer ſolchen Vorrichtung je-der Cylinder mit zweyen Ventilen oder Klappen verſehen werden, deren Eines beym

Steigen

Steigen des Kolbens ſich öfnet, um die äußere Luft einzunehmen, und beym Rückzuge desſelben ſich verſchließt, indeß das andere der vom niedergehenden Kolben zuſammengepreßten Luft den Durchgang in die Windleitung verſtattet, ihr aber den Rückweg aus dieſer in den Cylinder verwehrt, wenn der Kolben wieder ſteiget. Die Bewegung der Kolben geſchieht bey dieſen Maſchinen, entweders durch cycloidiſche, an der Welle des Waſſerrades befeſtigte, von Eiſen gegoſſene, Wellfüſſe, oder durch Krummzapfen und Hebel, nach Art der Waſſerkünſte; und man erhält auf dieſe Art, wenn nur die Windleitung weit und lang genug iſt, auch ohne einen beſondern Behälter oder Regulator, ein ganz ununterbrochenes, ſehr gleichförmiges Gebläſe.

Wo es am nöthigen Aufſchlagwaſſer gebricht, und die Herbeyſchaffung desſelben mit beträchtlichen Schwierigkeiten und Unkoſten verknüpft iſt, bedient man ſich in England der **Dampfmaſchine** zur Betreibung des Cylindergebläſes; und dieſe Vorrichtung iſt daſelbſt bey weitem die gewöhnlichſte, weil bey den allgemein mit (abgeſchwefelten) Steinkohlen (Coaks) betriebenen Schmelzwerken der Bau einer, ganz aus Gußeiſen beſtehenden, Dampfmaſchine, ſo wie die Betrieb derſelben durch den Abfall der Steinkohlen (das ſogenannte Kohlenklein) in der That meiſtens weniger Koſten verurſacht, als die Herbeyſchaffung der zu einer gleichen Wirkung erfoderlichen Aufſchlagwaſſer, und die Anlage und Unterhaltung groſſer Teiche und Waſſergebäude thun würde. Zudem gewährt die Dampfmaſchine hier zwey beſonders wichtige Vortheile: 1mo. Vollkommene Unabhängigkeit vom Local, und Sicherheit gegen alle Zufälle und Unterbrechungen, welchen die durch Waſſer betriebenen Werke ſo häufig ausgeſetzt ſind; 2do. Die Bequemlichkeit, daß man zur Anlage eines neuen Hüttenwerkes die vortheilhafteſte, trockenſte Stelle unmittelbar auf, oder zunächſt an den Stein- kohlen- und Eiſenſteinflözen wählen, folglich den Tansport der rohen Materialien erſparen kann. — Dieſe Vortheile werden in England und Schottland ſo hoch geachtet, daß man bey dem Bau eines Hüttenwerkes, wenn man hiezu eine ſo günſtige Stelle gefunden hat, lieber die koſtbarſten Dampfmaſchinen zum Betriebe aller Gebläſe, Hammer- oder Walzwerke vorrichtet, als daß man in einer Entfernung von einer Stunde das reichlichſte Aufſchlagwaſſer und Gefälle, wo übrigens jene Vortheile nicht in demſelben Maaße vereinigt werden könnten, zu dieſer Abſicht benützte: daher dann auch in England und Schottland überall wenigſtens zehn durch Dampfmaſchinen

nen betriebenen Schmelzwerke für ein Einziges, welches durch Waſſerkraft in Gang geſetzt wird, anzutreffen ſind. *)

Ein ſolches durch die Kraft des Waſſerdampfes betriebenes Cylindergebläſe nach der einfachſten und gewöhnlichſten Anordnung mit einem Blaſecylinder und einem Luftbehälter mit belaſtetem ſchwebenden Kolben (Regulator with the flying piston) iſt auf der I[ten] Kupfertafel, Fig. 1., im vertikalen Durchſchnitte, Fig. 2. in der Anſicht von vorne, und Fig. 3. im Grundriſſe dargeſtellt. Dabey iſt AA der große doppelarmige, um ſeine Achſe c auf einer feſten Unterlage bewegliche, **Hebel, Wagbalken,** oder Balancier, an deſſen anderm, hier nicht ſichtbaren, Ende die bewegende Kraft, d. i. die Kolbenſtange des Dampfcylinders, angebracht iſt, deſſen innere Structur und Wirkungsart übrigens hier als bekannt angenommen werden muß. BB iſt der **Krümmling,** oder das Zirkel-Segment, an welchem eine, nach Art der Uhrketten verfertigte, eiſerne **Gelenkkette** aa hangt, an deren unterm Ende die **Kolbenſtange** bb befeſtigt iſt. Dieſe Kolbenſtange, welche genau cylindriſch abgedreht iſt, geht mitten durch den Deckel des Blaſecylinders CC, und ſpielt in der **Stopfbüchſe** ss luftdicht auf und nieder, ſo daß von der während dem Hube des Kolbens im Cylinder zuſammengedruckten Luft nicht das Geringſte durch den Deckel entwiſchen kann. Die Einrichtung dieſer Liederungs- oder Stopfbüchſe (Stuffing-box), und die Verbindung der Kolbenſtange mit der Kette iſt, Fig. 4, im Durchſchnitte nach einem größern Maßſtabe deutlicher zu ſehen. Daſelbſt iſt CC der Deckel des Blaſecylinders; aa die eigentliche Stopfbüchſe, ein hohler, oben offener Cylinder mit einem unten vorſtehenden Rande mittelſt der Schrauben ss auf dem Deckel befeſtigt. Der untere Theil dieſer Büchſe iſt in

der

*) Auſſer dieſer unmittelbaren Benützung der Dampfmaſchine bedient man ſich an einigen Orten, beſonders zu Coalbrookdale in Shropshire, und zu Carron in Schottland, derſelben auch mittelbar zum Betriebe der Hüttenwerke, indem die über die Waſſerräder abgefallenen Aufſchlagwaſſer durch eine große Dampfmaſchine wieder in einen Teich, und auf die Räder zurückgepumpt werden, da dann ein ſehr geringer Zufluß zum Betriebe hinreichet. Doch iſt in Rückſicht der Anlags- und Unterhaltungskoſten ſowohl, als in Rückſicht des erforderlichen Aufwandes von Kraft oder Brenn-Material die hier beſchriebene unmittelbare Anwendung der Dampfmaſchine allemal weit vortheilhafter. —

der Mitte mit einer runden Oefnung verſehen, welche, ſo wie die darauf paſſende Oefnung in der Mitte des Deckels gerade weit genug iſt, um die abgedrehte Kolbenſtange ungehindert durchzulaſſen. Der übrige Raum in der Stopfbüchſe rings um die Stange wird mit gezupftem Tauwerk (Oakum) oder gedreht.m Hanf (welches vorher mit Oel wohl durchgetränkt iſt) ausgefüllt, und dieſe Art von Liederung wird durch einen in der Mitte durchbohrten, über die Kolbenſtange geſteckten, Cylinder ef, welcher genau in die hohle Büchſe aa hinein paſſet, und eine darauf gelegte eiſerne, in ihrer Mitte gleichfalls durchlöcherte, Schinne gh, mittelſt der beyden Schraubenmuttern mm dergeſtalt befeſtigt, daß ſolche in dem Verhältniße ihrer Abnützung, durch allmähliges Nachdrücken des Cylinders ef, und durch etwas Oel, welches von Zeit zu Zeit oben bey der Stange eingeſchüttet wird, beſtändig vollkommen dicht erhalten werden kann.

Die **Kolbenſtange** ſelbſt (welche bey der von Zeit zu Zeit erforderlichen Liederung des Kolbens ungehindert durch die Stopfbüchſe hinab, und wieder durch dieſelbe von Unten herauf gehen muß) iſt an ihrem obern abgerundeten Ende b mit einem langen Ausſchnitte oder Oehre verſehen; und durch dieſes Oehr, und die darüber geſteckte, mit einem gleichen Oehre verſehene, geſpaltene **Hülſe** kk (deren Ring an dem letzten Gliede der Gelenkkette befeſtigt iſt) wird, vermittelſt des durchgeſteckten, dann mit zweyen geſpaltenen Keilen befeſtigten, Stückes ik, die Verbindung der Kolbenſtange mit der Gelenkkette ſo bewerkſtelligt, daß man ſolche nöthigen Falls auf der Stelle wieder von einander trennen kann.

An dieſer Stange iſt unten (Fig. 1.) der mit zweyen, aufwärts ſich öfnenden, Ventilen oder Klappen vv verſehene **Kolben** des Blaſecylinders kk (the blowing piston) befeſtigt, deſſen Structur und Liederung weiter unten genauer erklärt werden ſoll.

Ueber dem Deckel des Blaſecylinders iſt ſeitwärts der *Regulator* DD befeſtigt — ein anderer, etwas weiterer, doch minder hoher, inwendig eben ſo genau ausgebohrter, oben ganz offener, unten mit einer Bodenplatte verſchloſſener, Cylinder, welcher mit

dem

dem Blaſecylinder CC durch die mit einer Klappe bedeckte Oefnung x in Verbindung ſteht. In dieſem größern Cylinder, oder Luftbehälter, befindet ſich ein (gleichfalls dicht geliederter) Kolben PP, deſſen wagrechte Stellung durch die ſenkrechte viereckte eiſerne Kolbenſtange fg (welche ohne ſich drehen, oder ſeitwärts neigen zu können) in einer am Gebälke oben angebrachten Hülſe auf und nieder ſpielet) geſichert wird. *)

Unter der Bodenplatte des Regulators geht endlich die aus weiten eiſernen Röhren zuſammengeſetzte **Weidleitung** FF herfür, an deren äuſſerſtem Ende (im Formgewölbe des Hohofens) das eigentliche **Blaſerohr** oder die **Düſe** kl mittelſt eines ledernen Schlauches ik befeſtigt iſt. — Dieſe Verbindung der Düſe mit der Windleitung durch einen (beweglichen) Schlauch gewähret den wichtigen Vortheil, daß man dem Winde mit der größten Leichtigkeit jede beliebige Richtung geben, auch nöthigen Falls das Blaſerohr ganz aus der Form zurück drehen, ſohin das Gebläſe, ohne die Maſchine in Stillſtand zu ſetzen, augenblicklich hemmen kann. — Um übrigens auch die Stärke des Gebläſes, bey unverändertem Gange der Maſchine, jedem Augenblick nach Gefallen mäßigen zu können, iſt auf der Windleitung das mit Gewicht beladene Ventil h angebracht, durch deſſen Oefnung, wenn ſelbes mittelſt des Hebels de etwas aufgedrückt wird, ein Theil der überflüßigen Luftmenge weggelaſſen werden kann.

Die Structur und Liederung des **Kolbens** iſt, der Deutlichkeit wegen, nach einem größern Maßſtabe Fig. 5. im vertikalen Durchſchnitte, Fig. 6. in einer Anſicht von oben, und Fig. 7. von unten dargeſtellt. — Dieſer Kolben beſteht aus einer von Eiſen gegoſſenen Scheibe kk (deren Durchmeſſer um 2 bis 3 Zoll weniger als jener des Cylinders beträgt) welche in der Mitte mit einer viereckt ausgehöhlten Hülſe m, zu beyden Seiten mit 4 länglich viereckten Oefnungen für die Ventile vv, und an ihrem Umfange mit einem erhabenen breiten Rande verſehen iſt, in welchem mehrere Schraubenlöcher in gleichem Abſtande von einander angebracht ſind. Ueber jedes Par Ventilöfnungen wird ein viereckteſ Stück von ſtarkem Leder nopq, woran die beyden

 Brett=

*) Noch beſſer wird dieſes durch eine oben an der Stange fg wagrecht befeſtigte 6 Fuß lange Schinne, welche in einem Rahmen zwiſchen 2 gefalzten Säulen (nach Art der Sägegatter in den Sagmühlen) auf und nieder geht, bewerkſtelligt.

Brettchen ww genagelt ſind, vermittelſt einer in der Mitte darauf geſchraubten Leiſte aa ſo befeſtigt, daß das zwiſchen dieſer Leiſte und dem Brettchen w ohngefähr einen Zoll breit freye, biegſame Leder die Stelle eines beweglichen Scharniers für das Spiel der Klappen vertritt. *)

Rings um den etwas ausgehöhlten Rand der eiſernen Kolbenſcheibe wird ein länglichter, an beyden Enden genau zuſammenpaſſender, Streifen von ſtarkem Leder LL, (nach Art der Stulpen- oder Klappenliederung bey den Saugkolben der Waſſerpumpen, wie der Durchſchnitt Fig. 7. weiſet) aufwärts gebogen, und mittelſt eines an die untere Fläche der Scheibe paſſenden, aus mehreren Segmenten beſtehenden, hölzernen Ringes rr feſtgeſchraubet; dann zuletzt zwiſchen der Lederſtulpe und dem Kolbenrande (ſieh im Durchſchnitt Fig. 5.) ein Futter von Wolle, oder beſſer von Pferd- und Kühhaaren eingeſtopft. Auf dieſe Art erhält man eine ſehr gute, ganz luftdichte, und doch keine beträchtliche Reibung verurſachende Liederung, indem die auswärts ſtehende Stulpe von der über dem Kolben zuſammengepreßten Luft ſelbſt allenthalben an die Wand des Cylinders angedrückt wird: und wenn der Kolben ſolchergeſtalt fertig iſt, ſo wird derſelbe an das untere viereckte, in die Oefnung der Hülſe genau paſſende Stück der Stange bb geſteckt, und mittelſt eines durchgetriebenen Schlußkeiles c an derſelben befeſtigt, und in den Cylinder eingeſchoben.

Die **Wirkungsart** dieſer Maſchine iſt nun folgende:

Wenn der Kolben der Dampfmaſchine (welche nach dem alten Prinzip des Newcomen, oder nach der neuern Erfindung des Herrn Watt (einfach wirkend) vorgerichtet ſeyn kann) aufwärts ſteiget, **) ſo ſinket das andere Ende des großen Hebels BB,

*) Wenn man dieſe Ventile noch ſorgfältiger gegen das Zurücktretten der zuſammengedrückten Luft verwahren will, ſo befeſtigt man auf der Kolbenſcheibe rings um die Ventilöfnung einen ſchmalen Streifen von jungen Ziegen- oder Lammfelle, an welches ſohin das Leder der Klappen ſich vollkommen Luftdicht anſchlieſſet.

**) Da eigentlich nur die Beſchreibung des Engliſchen Cylindergebläſes, nicht aber zugleich der Dampfmaſchine der Gegenſtand dieſes Werkes iſt, ſo kann ich mich hier auf die Erklärung dieſer letztern nicht

BB, und mit dieſem der, vermittelſt der Gelenkkette daran hangende Kolben, KK vermöge ſeines Uebergewichtes in dem Blaſecylinder bis nahe an deſſen untern Rand herab, und der innere Raum dieſes Cylinders füllt ſich während dieſer Bewegung mit Luft von gemeiner Dichte, welche von auſſen durch die Aufwärts ſich öfnenden Ventile vv eindringt. Sobald aber hierauf der Kolben des Dampfcylinders, nachdem ſelber ſeinen höchſten Stand erreicht hat, durch die Kraft des elaſtiſchen Waſſerdampfes, oder durch den Druck der Atmosphäre niedergedrückt wird, ſo wird das Ende des Hebels BB, folglich auch die daran hangende Kolbenſtange bb mit dem Kolben KK wieder aufwärts gezogen, und die im Cylinder eingeſchloſſene Luft, welche durch die nunmehr geſchloſſenen Klappen vv nicht wieder zurücktreten kann, wird jeẓt genöthigt, das Ventil x aufzuſtoſſen, und durch dasſelbe in den gröſſern Cylinder oder Regulator DD überzuſtrömen. Da indeſſen dieſe aus dem untern in den obern Cylinder eindringende Luftmenge durch die mit einem engen Blaſerohr l verſehene Windleitung nicht ſchnell genug ausſtrömen kann, ſo nimmt ihre Elaſticität, oder der Grad ihrer Verdichtung mit jedem Augenblicke zu, bis ſolche das Uebergewicht über die Laſt des beſchwerten Kolbens PP erhält, welcher ſohin durch die unter ihm angehäufte Luftmaſſe allmählig gehoben wird, und im Regulator von ſeinem tiefſten Stande (worin er anfangs ſich befand) empor ſteiget. Dieſes Steigen des Kolbens im Regulator, welches bald nach dem Anfange des Hubes im Blaſecylinder beginnet, dauert auch ſo lange fort, als der Kolben in dieſem leẓtern aufwärts gezogen wird. So wie aber der Kolben im untern Cylinder ſeinen Rückzug antritt, und nach geſchloſſenem Ventile x, das Einſtrömen der Luft, in den Regulator aufhöret, ſo fängt der Kolben P vermöge ſeines eigenen Gewichtes zu ſinken an, und drückt nun die unter ihm befindliche Luft durch die Windleitung aus, indeß der andere Kolben bey ſeinem Niedergange eine neue Luftmenge einſchöpfet. Auf dieſe Art nimmt alſo der Regulator währendem Hube des Blaſecylinders einen Theil der von leẓterm eingepumpten Luftmenge in ſich auf, um dieſelbe wäh-

nicht einlaſſen; und ich verweiſe daher diejenigen meiner Leſer, welche mit dem Bau und der Wirkungsart der Dampfmaſchinen noch nicht bekannt ſind, auf den II. Band des fürtreflichen Werkes von Hrn. Prony, Nouvelle Architecture hydraulique, wovon auch ſchon eine deutſche Ueberſeẓung von Hrn. Langsdorf ſeit ein Paar Jahren exiſtirt, und worin der Bau dieſer Maſchinen auf das genaueſte beſchrieben, und bis auf die kleinſten Details durch die ſchönſten Zeichnungen dargeſtellt iſt.

rendem Rückzuge des untern Kolbens (da die eigentliche Wirkung unterbrochen ſeyn würde) durch die Windleitung wieder wegzudrücken; und durch dieſes ununterbrochen fortgeſetzte und wiederholte Spiel des beladenen Kolbens PP, welcher wechſelweiſe leidend und thätig ſich verhält, bald von der Luft gehoben, bald dieſelbe unter ſich forttreibend, in gleichen Zeiträumen ſteigt und fällt, wird demnach ein ununterbrochenes ſehr gleichförmiges Ausſtrömen des Windes durch die kleine Oefnung des Blaſerohrs bewirkt. —

Man ſieht, daß der hier beſchriebene Windbehälter (den man, nach ſeiner Wirkungsart, Regulator with the flying piston, **Windbehälter mit fliegendem oder ſchwebendem Kolben** nennt) mit dem gemeinen Schmied- oder Doppelbalge auf einerley Prinzip beruhet.

Bey dem Spiele dieſer Maſchine kömmt es indeſſen vorzüglich darauf an, daß der belaſtete Kolben während der Zeit, da die Luft aus dem Blaſecylinder in den Regulator eindringt, von dem Ueberſchuße derſelben über diejenige Luftmenge, welche in demſelben Zeitraume durch die Windleitung ausſtrömet, gerade ſo hoch gehoben wird, als er binnen der Zeit des Rückzuges des untern Kolbens im Blaſecylinder niederſinkt, damit durch die Oefnung des Blaſerohrs in beyden Zeiten gleichviel Luft ausſtröme; und, da überdieß die Geſchwindigkeit des Luftſtrahles, folglich auch die Dichte der zuſammengedrückten Luft unter dem ſchwebenden Kolben immer dieſelbe bleiben ſoll, *) ſo fließt hieraus für die Anordnung einer ſolchen Maſchine die Regel:

> **Man mache beyde Zeiträume (des Steigens und Fallens des Kolbens im Blaſecylinder) vollkommen gleich, und gebe dem Regulator eine ſolche Weite, daß der Inhalt ſeines Kolbenhubes wenigſtens der Helfte von jenem des Blaſecylinders gleich werde.**

Da

*) Im ſtrengſten Sinne kann freylich dieſe Gleichförmigkeit nicht Statt finden, da in dem einen Falle das Gewicht des Kolbens nebſt dem Widerſtande der Reibung desſelben von der unter ihm verdichteten Luftmaſſe überwunden werden muß, im andern Falle hingegen ihre Dichte nur jenem Gewichte weniger der Reibung entſpricht. Der Unterſchied, welcher der doppelten Reibung gleich iſt, hat indeſſen auf die Wirkung des Gebläſes keinen merklichen Einfluß.

Da indeſſen auch bey der ſorgfältigſten Anordnung eine ſo genaue Gleichförmigkeit im Gange der Maſchine ſchwerlich zu erhalten iſt, ſo würde, Falls der Kolben des Blaſecylinders ſeinen Rückzug auch nur um den zehnten Theil einer Sekunde zu frühe vollendete, der ſchwebende Kolben im Regulator (weil er ſeine tiefſte Stelle, von der er ſich zu heben anfieng, noch nicht ganz erreicht hätte) am Ende des zweyten Kolbenhubes etwas höher ſtehen, als am Ende des erſten Hubes; und da derſelbe bey fortgeſetztem Spiele, jedesmal ein Bischen mehr ſteigen als fallen würde, (wäre der Unterſchied auch noch ſo gering) ſo iſt die natürliche Folge, daß derſelbe bald den oberſten Rand des Regulators erreichen, und aus demſelben herausgeworfen würde. Dieſes zu verhindern, bringt man am ſchwebenden Kolben PP (Fig. 1.) eine 4 bis 5 Zoll weite Oefnung an, welche mit einem genau paſſenden Ventile r bedeckt iſt. Dieſes Ventil (welches Waste-valve heiſſet, und mit ſo viel Bley beſchwert iſt, daß die verdichtete Luft dasſelbe nicht aufzudrücken vermag) wird durch den doppelarmigen, an der Kolbenſtange befeſtigten, um die Achſe c beweglichen, eiſernen Hebel mn aufgezogen, ſobald das Ende desſelben m, indem er mit dem Kolben höher ſteiget, an eine über den Regulator in gehöriger Höhe befeſtigte Stange pp ſtoſſet, da dann auf einmal ſo viel Luft unter dieſem Ventile herausfährt, daß der Kolben nicht weiter ſteigen kann,*) das Ventil ſelbſt aber, ſo bald der Kolben zurück zu ſinken anfängt, ſich wieder ſchlieſſet.

---

*) Das ziſchende Geräuſche, welches die augenblickliche Entladung der verdichteten Luft durch dieſes Ventil am Ende eines jeden Kolbenhubes verurſacht, iſt ſo ſtark, daß man ſelbes bey vielen Hütten über eine halbe Stunde weit deutlich hören, und ſo die Anzahl der Kolbenhübe in der Entfernung zählen kann.

III.

Vorſchlag zur Verbeſſerung des Regulators mit ſchwebendem Kolben.

Durch die ſo eben beſchriebene Vorrichtung am Regulator mit dem **Ausladungs-Ventile** (Waste-valve) wird zwar das Herauswerfen des ſchwebenden Kolben aus dem Cylinder verhütet: allein mit der am Ende eines jeden Kolbenhubes durch dieſes Ventil ganz unnütz entwiſchenden Luftmenge (welche ſo wie die übrige, durch das Blaſerohr ausſtrömende, Luft mit einem beträchtlichen Kraft-Aufwande verdichtet werden mußte) geht auch ein großer Theil der bewegenden Kraft ganz zwecklos verloren, und die Maſchine leiſtet demnach weniger, als ſelbe mit der aufgewandten Kraft eigentlich leiſten ſollte und könnte, oder ſie bedarf zu einer beſtimmten Wirkung mehr Kraft, als ohne dieſen Umſtand erfoderlich wäre.

Dieſen Fehler zu vermeiden, und dem Hube des ſchwebenden Kolben auf eine andere Art Gränzen zu ſetzen, ohne denſelben **plötzlich** zu hemmen (welches ohne gewaltſame Erſchütterung und Gefahr für die ganze Maſchine nicht geſchehen könnte) und ohne von der zuſammengedrückten Luft das Geringſte zu verlieren, ſchlage ich die auf der IIten Kupfertafel, Fig. 8., im ſenkrechten Durchſchnitte dargeſtellte Anordnung eines Regulators vor.

Hier iſt nämlich der Cylinder ABCD oben mit einem aufgeſchraubten Deckel AD verſchloſſen, durch deſſen Mitte die ſtarke, rund abgedrehte Stange mn des ſchwebenden Kolben PP in einer Stopf- oder Liederungsbüchſe ss Luftdicht in vertikaler Richtung ſich bewegt. In demſelben Deckel ſind ſeitwärts zwey Oefnungen v, v angebracht, mit beweglichen Klappen x, x, welche ſich einwärts in den Cylinder, nach unten zu, öffnen,

und

und, vermög ihres Gewichtes, von ſelbſt immer halb geöffnet, wie die Zeichnung weiſet, bleiben. Jede dieſer Klappen iſt indeſſen mittelſt einer hinlänglich langen Schnur oder kleinen Kette an das Ende einer biegſamen elaſtiſchen eiſernen Stange ff (welche wagrecht auf der Kolbenſtange m befeſtigt iſt) dergeſtalt angehängt, daß bey tiefem Stande des Kolbens, da die Ketten ſchlaff herunter hangen, zwar beyde Klappen offen bleiben, hingegen, wenn dieſer Kolben auf eine gewiſſe Höhe geſtiegen ſich dem Deckel nähert, durch die ſich anſpannenden Ketten allmählig aufwärts gehoben, ſohin die Oefnungen v, v verſchloſſen werden. Von dieſem Augenblicke an wird, bey fortgeſeztem Steigen des Kolbens PP, die zwiſchen deſſen obern Fläche und dem Deckel AD nunmehr eingeſchloſſene Luft immer mehr zuſammengedrückt, und ſo durch ihre Federkraft der weitere Hub desſelben auf eine ganz ſanfte Art, und ohne die geringſte Erſchütterung, verhindert.

Dieſelbe Vorrichtung iſt Fig. 9. in einer Anſicht, mit einigen Abänderungen und Zuſätzen dargeſtellt. Daſelbſt iſt, ABCD der (geſchloſſene) Cylinder, oder Regulator; EE das Verbindungsrohr zwiſchen dem Blaſecylinder und dem Regulator; F die aus Leztern nach dem Ofen geführte Windleitung; ss die Stopfbüchſe; bb die durch ſelbe gehende abgedrehte Kolbenſtange; MN ein ſtarker einarmiger Hebel mit einem Krümmlinge oder Zirkel-Segmente kk, und einer Gelenkkette dergeſtalt an die Stange bb befeſtigt, daß ſolcher zugleich mit dem Kolben ſteigen und fallen muß. f iſt die Feder, an welcher die am Deckel befindliche Klappe v hängt, und Q ein Gewicht, welches an der gezahnten, auf dem Hebel befeſtigten, Stange aa mittels des Getriebes r nach Belieben dem Ruhepunkte N näher gerückt, oder von demſelben entfernt werden kann, wodurch ſohin das ſtatiſche Moment dieſes Gewichtes verändert, folglich der Druck auf den Kolben, nach Bedürfniß des ſtärkern oder ſchwächern Gebläſes, nach Gefallen vergrößert oder vermindert werden kann.

IV.

Beſchreibung des Engliſchen Waſſer-Regulators. — Wind-Behälter von unveränderlichem Inhalte.

Der Waſſer-Regulator (Water-regulator) welcher auf der IIten Kupfertafel Fig. 10. im vertikalen Durchſchnitte, Fig. 11. im Grundriß abgebildet iſt, beſteht aus einem, aus gegoſſenen eiſernen Platten zuſammengeſetzten, prismatiſchen Kaſten ABCD, welcher oben verſchloſſen, unten ganz offen in einem weitern, bis zur Hälfte mit Waſſer angefüllten, ſteinernen Behälter MNOP auf untergelegten Balken oder Schwellen a, a, a, vermittelſt ſtarker eiſerner Schraubenſtangen s, s, s ſo befeſtigt ſtehet, daß das Waſſer unter demſelben allenthalben freyen Durchgang hat. In dieſem Behälter wird die im Blaſecylinder H zuſammengedrückte Luft durch ein über demſelben angebrachtes Ventil v, und eine hinlänglich weite Röhre EE von oben eingebracht, und durch die am andern Ende befindliche Windleitung FF ausgeblaſen. Die in dieſem umgeſtürzten Gefäße nach einigen wiederholten Kolbenzügen des Cylinders H angehäufte verdichtete Luft drückt nämlich die innere Waſſerfläche ww (welche Anfangs beym Stillſtande der Maſchine mit dem auſſer dem Kaſten befindlichen Waſſer in gleicher Höhe ſtehet) immer tiefer nieder, indeß die auſſerhald zwiſchen dem Windkaſten und Waſſerbehälter enthaltene Waſſermaſſe, durch das aus Erſterm verdrängte Waſſer vermehrt, immer höher ſteiget, bis der Kolben im Blaſecylinder ſeinen höchſten Stand erreicht hat, und das Einſtrömen der Luft durch das Rohr EE aufhört. Von dieſem Augenblicke, da nun die Klappe v zufällt, fängt die auſſer dem Luftbehälter ABCD befindliche Waſſermaſſe, welche bis jetzt von der eingeſchloſſenen verdichteten Luft gehoben wurde, wieder an zu ſinken, und die innere Waſſerfläche ww, welche jetzt ſteiget, drückt wie ein Kolben, die Luft aus dem Behälter ABCD durch die Windleitung FF aus, ſo daß auch während

dem

dem Rückzuge des Kolbens im Blaſecylinder der Luftſtrom ununterbrochen fortgeſetzt wird. Da übrigens die Stärke oder Geſchwindigkeit des durch das enge Blaſerohr ausſtrömenden Windes mit der Höhe der drückenden Waſſerſäule, d. i. der lothrechten Erhöhung des äuſſern Waſſerſpiegels uu über dem innern ww, in geradem Verhältniße ſtehet, dieſer Abſtand aber vom Anfange des Kolbenhubes beſtändig zunimmt, und beym Rückzuge in gleichem Maße abnimmt, ſo begreift man vorläufig, daß durch dieſe Vorrichtung zwar ein ununterbrochenes, aber nicht ganz gleichförmiges Gebläſe erhalten werden kann. Wenn man indeſſen dem Windkaſten nur eine gegen den Inhalt des Blaſecylinders ſehr beträchtliche Weite giebt, ſo daß die Erſte ſehr oft in der Letztern enthalten iſt, und dabey die Einrichtung trift, daß der Rückzug des Kolbens im Blaſecylinder, oder der einſaugende Hub, in einer kürzern Zeit vollendet wird, als der drückende Hub, ſo hat die von dieſem Umſtande herrührende Ungleichförmigkeit in Hinſicht auf die Wirkung des Gebläſes nichts zu bedeuten, da der Unterſchied zwiſchen dem höchſten und niedrigſten Waſſerſtande im Regulator, wenn die Maſchine einmal in ihren gleichförmigen Gang (Beharrungsſtand) gekommen iſt, gewöhnlich nur ein Par Zoll beträgt, folglich auch der Unterſchied in der Geſchwindigkeit des durch das Blaſerohr ausſtrömenden Windes ganz unmerklich wird. *)

Vor ohngefähr 16 Jahren machte man auf einer Eiſenhütte zu Devon bey Muirkirk in Schottland noch mit einer dritten Art von Regulator den Verſuch, welche an Einfachheit die beyden eben beſchriebenen übertrifft. Man verſchaffte ſich nämlich einen großen Windbehälter von unveränderlichem Inhalte dadurch, daß man in einem nahe am Hochofen befindlichen Felſen von dichtem Sandſteine eine vollkommen luftdicht gemachte

*) Dieſe Windbehälter, bey welchen die eingeſchöpfte Luft mit einer ſehr beträchtlichen Waſſerfläche in Berührung kömmt, leiſten, nach allgemeinen Erfahrungen, die fürtreflichſten Dienſte bey den Engliſchen Hochöfen, und werden daher, ohngeachtet ihrer koſtbarern Bauart, und des größern Raumes, welchen ſie erfodern, überhaupt den Regulatoren mit ſchwebenden Kolben vorgezogen. Auch bemerkt man dabey von einer dem Winde mitgetheilten (wirklichen oder eingebildeten) Feuchtigkeit nicht den geringſten nachtheiligen Einfluß auf den Gang des Schmelz-Prozeſſes, auf das Ausbringen, oder auf die Güte des erzeugten Roheiſens. Hiedurch widerlegt ſich alſo von ſelbſt das Vorurtheil, von welchem die meiſten deutſchen Hüttenmänner, und ſelbſt einige Schriftſteller, gegen alle Arten von Waſſergebläſe noch eingenommen zu ſeyn ſcheinen. —

machte, nach Art eines Kellers gewölbte, Kammer anbrachte, in welche die Luft, ſo wie in dem letztbeſchriebenen im Waſſer ſtehenden Windkaſten, aus dem Blaſecylinder bey jedem Kolbenzuge durch ein mit einer Klappe verſehenes Rohr eingeſchöpft wird, und aus welchem ſolche durch ein am andern Ende angebrachtes Blaſerohr beſtändig ausſtrömet. Die Schwierigkeit, einen ſo ungeheuern Rezipienten (deſſen körperlicher Inhalt, wenn das Gebläſe nur einigermaſſen gleichförmig ſeyn ſoll, jenen des Blaſecylinders wenigſtens 200 Mal übertreffen muß) ſtark genug und allenthalben vollkommen Luftdicht herzuſtellen, ſo wie die Koſtbarkeit ſeiner Anlage, und die ziemlich lange Zeit, welche bey jedesmaligem Anlaſſen der Maſchine auf das Anfüllen desſelben verwendet werden muß, ſind indeſſen wohl die Urſachen, warum dieſe Vorrichtung, ihrer Einfachheit ungeachtet, ſo viel mir bewußt, bis jetzt noch auf keiner andern Eiſenhütte nachgeahmt worden iſt. Man ſieht übrigens, daß die Idee zu dieſem Regulator von der einfachſten aller Blaſemaſchinen (im Kleinen) dem gewöhnlichen Löthrohr geborgt iſt, bey welchem der untere weite Theil, oder die Kugel die Stelle des Regulators oder der Windkammer vertritt, und den Luftſtrom ununterbrochen fortſetzt, während die Lunge des Arbeiters von neuem Luft ſchöpft. —

V.

V.

Beſchreibung eines durch Waſſerkraft betriebenen Cylinder-Gebläſes mit cycloidiſchen Wellfüſſen. — Abänderung desſelben Mechanismus.

Wo hinlängliches Aufſchlagwaſſer und Gefälle für ein ober- oder unterſchlächtiges Rad vorhanden iſt, bedient man ſich am gewöhnlichſten der cycloidiſchen Wellfüße zur Bewegung der Kolben in den Cylindern. Die einfachſte und beſte Vorrichtung dieſer Art iſt auf der III^ten^ Tafel Fig. 12. im vertikalen Durchſchnitt, und Fig. 13. im Grundriße dargeſtellt, wo die beyden Cylinder nebeneinander umgekehrt befeſtigt ſind, und die Kolben in denſelben, mittelſt der an der Welle des Rades befeſtigten Wellfüße, und zweyer doppelarmiger Hebel oder Balanciers wechſelweiſe von Unten aufwärts gedrückt werden, und durch ihr eigenes Gewicht wieder zurück ſinken. Die beyden in entgegengeſetzter Richtung an der Welle ww angebrachten, von Eiſen gegoſſenen, Wellfüße abcd und defc drücken nämlich die Hebel AA und A′A′, welche um die Achſen m beweglich ſind, an der einen Seite, wo die eiſernen Streichbacken befeſtigt ſind, einen um den andern, allmählig, und mit gleicher Geſchwindigkeit nieder; hiedurch wird mittelſt des am andern Ende des Hebels befindlichen Krümmlings A, und der daran hangenden Gelenkkette die Kolbenſtange qq in vertikaler Richtung aufwärts gezogen, und folglich der Kolben P von ſeinem tiefſten Stande im Cylinder CC bis an den Deckel desſelben aufwärts geſchoben. Die beym Niederſinken dieſes Kolbens vorher durch die an demſelben angebrachten Klappen ww eingedrungene Luft, welcher durch dieſe nunmehr geſchloſſenen Klappen der Rückweg verſperrt iſt, wird demnach im Cylinder zuſammen gepreßt, und ſtrömt durch das Ventil v in die gemeinſchaftliche Windleitung v, v, und aus dieſer in das nach dem Schmelzofen geführte Blaſerohr DD.

So-

Sobald nun der äußerſte Punkt a des Wellfußes den Streichbacken verläßt, fängt der, ſich ſelbſt überlaſſene, Kolben P, welcher in dieſem Augenblicke ſeinen höchſten Standpunkt erreicht hat, vermöge ſeines eigenen Gewichtes wieder ſeinen Rückzug an, welchen er gänzlich vollendet haben muß, ehe die Cycloide wieder in die erſte Stellung, in welcher ſie hier abgebildet iſt, zu einem neuen Angriffe des Streichbackens zurück kömmt. Damit aber die Kolben nicht zu tief niederſinken, oder aus den Cylindern heraustreten, wird unter beyden Balanciers hinter den Krümmlingen ein horizontaler Balken befeſtigt, welcher dem Rückzuge der Kolben Gränzen ſetzt. Dieſer Balken (welcher in der Zeichnung nicht bemerkt iſt) muß, um den Schlag beym Auffallen der Hebel zu vermindern, etwas elaſtiſch ſeyn, oder mit einer weichen Fütterung überzogen werden. Weil übrigens der ſchwere Kolben für ſich ſelbſt zu ſchnell und mit einer beſchleunigten Geſchwindigkeit niederfallen, und hiedurch eine gewaltſame Erſchütterung aller Theile der Maſchine entſtehen würde, ſo wird an dem entgegengeſetzten Ende eines jeden Hebels zum Gegengewicht, ein Kaſten B angehängt, und mit ſo viel Steinen beſchwert, als beym wirklichen Gange nöthig gefunden wird, um die Bewegung der Kolben gehörig zu mäßigen. Dieſe Gegengewichte dienen zugleich, den Widerſtand zu vermindern, und den Gang der Maſchine zu erleichtern, indem bey jedesmaligem Hube eines Kolbens nicht mehr die ganze Laſt desſelben, ſondern nur deſſen Uebergewicht über den Kaſten B, ſo viel nämlich zum Rückzuge, die Reibung zu überwinden, erforderlich iſt, gehoben werden darf.

Man begreift übrigens, daß, wenn durch eine Vorrichtung dieſer Art mit zweyen Cylindern ohne Regulator oder Windbehälter ein ununterbrochenes und ganz gleichförmiges Gebläſe erhalten werden ſoll, die beyden Wellfüße eine ſolche Geſtalt und Eintheilung erhalten müſſen, daß die Kolben mit gleicher Geſchwindigkeit ſteigen d. i. in gleichen Zeittheilen gleichen Weg zurücklegen, und daß der eine Hebel ſchon angegriffen und niedergedrückt wird, folglich der eine Kolben ſchon zu wirken anfängt, ehe der andere ſeinen Rückzug beginnt, weil ſonſt beym Wechſeln ein ſogenanntes **Horchen** im Gebläſe unvermeidlich erfolgen würde. Ich werde in der folgenden Theorie dieſer Maſchinen das Geſetz und die Verhältniße beſtimmen, nach welchen die krumme Umfangslinie dieſer Wellfüße (welche eigentlich weder Cycloide noch Epicycloide iſt) beſchrieben und eingetheilt werden muß, um dieſen wichtigen Zweck auf die vollkommenſte Art zu errei-

chen

chen, und zu dieſem Ende eine ganz zuverläßige praktiſche Methode angeben, deren ſich jeder Werkmeiſter, ohne beſondere mathematiſche Kenntniße, mit dem ſicherſten Erfolge bedienen kann. *)

Man hat bey dieſem Mechanismus auf einigen Eiſenhütten zur Verminderung der Reibung ſtatt der Strichbacken **Frictions-Räder** von gegoſſenem Eiſen an den Hebeln vorgerichtet. Allein durch dieſe Räder, welche, wenn ſie nicht einen ſehr großen Durchmeſſer, wenigſtens von 4 Fuß, haben, ihres zu ſchnellen Umlaufes wegen ſich an ihren Achſen bald abnützen, wird die Maſchine nur unnöthiger Weiſe complicirt, ohne einen weſentlichen Vortheil zu erhalten. Denn der Unterſchied zwiſchen der ſchleifenden und rollenden Friction iſt hier ſehr unbedeutend, und die Streichbacken, wenn ihre rauhe Oberfläche abgeſchliffen iſt, **) und die Wellfüße fleißig geſchmiert werden, gewähren eine ſehr leichte und ungleich ſanftere Bewegung als die Räder.

Die hier beſchriebenen **einfachen** Wellfüße, welche bey jedem Umlaufe des Waſſer-Rades nur einmal drücken, leiſten überhaupt viel beſſere Dienſte, und gehen leichter, als die gewöhnlichen doppelten Kämme, oder diejenigen Wellfüße, mittelſt welcher zwey Hübe bey einem Radumgange bewirkt werden, welche aber eben darum auch mehr als doppelt ſo viel Reibung und Widerſtand verurſachen. Ungeſchickte, mit den Geſetzen der Mechanik nicht bekannte, Werkmeiſter ſtehen zwar in dem Wahne, daß durch doppelte Kämme die Bälge oder Cylinder **öfter** ausgedrückt, folglich ein ſtärkeres Gebläſe erhalten werde, als mit den einfachen Wellfüßen. Geſunde Theorie und Erfahrung zeigen

---

*) Die Herren Stünkel und Blumhof haben zwar eine lange Abhandlung, Ueber die rechte Conſtruction der Wellfüße oder Kämme zu einem gleichförmigen Gebläſe, Leipzig, 1800, mit vielen Zeichnungen herausgegeben; aber die rechte Krümmungslinie, nach welcher dieſe Kämme verzeichnet werden müſſen, haben dieſe Herren doch weder praktiſch noch theoretiſch gefunden. —

**) Da ſowohl die Wellfüße als die Streichbacken vom Guſſe her eine rauhe Oberfläche, und verſchieden Unebenheiten haben, welche beym Gange der Maſchine eine nachtheilige Erſchütterung herfü bringen, und nur ſehr langſam ſich abglätten, ſo thut man ſehr wohl daran, wenn man ſolc ehe das Gebläſe zuerſt in Gang geſetzt wird, an dem Rade ſelbſt mittelſt eines an einem lange einarmigen Hebel befeſtigten Sandſteines, welcher beſtändig mit Waſſer benetzt werden muß, einige Tage lang abſchleifen läßt, wodurch dieſe Theile eine ſpiegelglatte Oberfläche erhalten.

gen aber im Gegentheile, daß ein Rad mit ſolchen einfachen Wellfüßen bey demſelben Aufſchlagwaſſer und Gefälle mehr als doppelt ſo ſchnell umläuft, als es mit doppelten Kämmen, wegen der zu ſtarken Ueberlaſtung und Reibung zu thun vermag, und daß daher gerade umgekehrt durch dieſe einfachen Wellfüße mehr Hübe in jeder Minute, folglich ein lebhafteres Gebläſe bewirkt werde. Auch iſt die Bewegung bey den doppelten Kämmen nie ſo ganz gleichförmig, und ſie verurſachen, wenn ihre Krümmung nicht mit der größten Genauigkeit ausgearbeitet iſt, bey jedem Angriffe ein augenblickliches Stocken, oder doch wenigſtens eine merkliche Verzögerung im Gange der Maſchine, da hingegen bey den einfachen Wellfüßen durch den ſchnellern Umgang des Rades, und Schwung desſelben ein ganz gleichförmiger Gang, und ein eben ſo gleichförmiges Gebläſe erhalten wird. — Ich nehme indeſſen den, auf Hüttenwerken ſeltenen, Fall aus, daß man zur Benützung eines ſehr hohen Gefälles ein ungewöhnlich großes oberſchlächtiges Rad vorzurichten hätte, welches zu langſam umlaufen würde; da es dann unter gewiſſen Bedingungen vortheilhafter ſeyn mag, doppelt drückende Wellfüße und kleine Cylinder vorzurichten, als den Gang des Rades zu ſehr zu beſchleunigen, oder Cylinder von zu großer Weite anzulegen.

Ein Cylindergebläſe dieſer Art mit einfachen Wellfüßen kann mit einiger Abänderung auch ſo vorgerichtet werden, wie die 14te Figur im Durchſchnitte darſtellt. Daſelbſt drücken nämlich die Wellfüße abc und def ſeitwärts an die Winkelhebel ABB und A′B′B′, welche um die Achſen m beweglich ſind; und das zu große Gewicht der Kolben und Kolbenſtangen qq wird durch zwey Gegengewichte S, welche an eiſernen, über die Räder RR gelegten Ketten hangen, nach Erforderniß gemindert. Alles übrige iſt wie bey der vorher beſchriebenen Vorrichtung.

Eine zweyte Abänderung desſelben Mechanismus ſtellt Fig. 15. vor. Hier ſpielt die eiſerne abgedrehte Kolbenſtange nn durch einen im Mittelpunkte des Cylinderdeckels befindliche Oefnung und Stopfbüchſe S Luftdicht auf und nieder, und der Kolben wird an derſelben, vermittelſt der am Krümmlinge A des um die Achſe r beweglichen Hebels AB hangenden Kette aufwärts gezogen, indem der einarmige Hebel EF, welcher mittelſt der Stange mmn mit dem Balancier AB in Verbindung ſtehet, unter dem Wellfuße abc nie-

niedergedrückt wird. Dieſe einarmigen Hebel oder Streichbalken vertreten zugleich die Stelle der Gegengewichte für die Kolben, oder können, wenn ſie nicht ſicher genug ſind, noch mit ſo viel Gewicht, als zu dieſem Ende erforderlich iſt, belaſtet werden. — Die unter den Kolben angebrachten hölzernen Stangen, welche zwiſchen ausgeſchnittenen Balken ſpielen, dienen hierbey zur Sicherung der ſenkrechten Bewegung der Kolben in den Cylindern. Alles Uebrige iſt, wie bey den vorhergehenden Maſchinen.

Die beyden letztern Vorrichtungen (Fig. 14., und Fig. 15.) ſind beſonders an ſolchen Stellen mit Vortheil anzuwenden, und der zuerſt beſchriebenen, welche Fig. 12. abgebildet iſt, vorzuziehen, wo die Radwelle beträchtlich tiefer als die Hüttenſohle zu liegen kömmt, und wo daher mit dem erſtern Mechanismus die Cylinder zu niedrig geſtellt, oder den Kolbenſtangen eine unſchickliche Länge gegeben werden müßte.

VI.

Vorſchlag zur Anwendung halbgezahnter Stirnräder auf die Bewegung eines durch Waſſerkraft zu betreibenden Cylindergebläſes.

Man hat die halb gezahnten Räder ſchon vor mehr als 100 Jahren als ein Mittel vorgeſchlagen, um aus einer Radbewegung eine wiederkehrende Bewegung herfürzubringen, und ſolche ehemals wirklich zur Bewegung der Kolben in Saug- und Druckpumpen angewandt. Ihr Vorzug beſteht darin, daß ſie weniger Reibung verurſachen als die gewöhnlichen Kämme, und bey gleichem Radius (alſo mit demſelben ſtatiſchen Momente) einen längern Hub und eine gleichförmigere Bewegung verſchaffen als die Krummzapfen. Dennoch ward dieſer Mechanismus vorzüglich aus der Urſache wieder abgeſchafft, weil man fand, daß die Trägheit der zu hebenden Laſt, welche jedes Mal im erſten Augenblicke der Bewegung plötzlich mit der völligen Geſchwindigkeit der Kämme oder Trillingsſtäbe angegriffen ward, den Widerſtand beträchtlich vermehrte, gewaltige Erſchütterung in allen Theilen der Maſchine, und öfters Brüche verurſachte — Umſtände, welche bey Pumpen, wo die in Bewegung zu ſetzende Waſſerſäule immer eine beträchtliche ſchwere Maſſe iſt, ganz unvermeidlich, bey einer Blaſemaſchine hingegen nicht zu befürchten ſind, weil hier auſſer dem Kolben, keine merklich ſchwere Maſſe zu bewegen iſt, und der eigentliche Widerſtand, welcher von der zuſammengedrückten Luft gegen den Kolben entſteht, beym Anfange der Bewegung beynahe nichts iſt, und nur allmählig in dem Verhältniße zunimmt, als die Luft im Cylinder zuſammengedrückt wird. Ich glaube daher, daß man ſich dieſer Vorrichtung bey Gebläſemaſchinen allerdings mit Vortheil bedienen könne, und daß ſelbe ſogar Vorzugsweiſe in ſolchen Fällen gewählt

wählt werden dürfte, wo wegen der zu großen Höhe und zu langſamen Umdrehung eines Waſſerrades doppelte oder dreyfache Kämme an die Welle geſetzt werden müßten.*)

Eine Vorrichtung dieſer Art, mittelſt welcher jeder Kolben dreymal während eines Radumlaufes gehoben wird, iſt auf der III^{ten} Tafel Fig. 16. im Durchſchnitte entworfen.

Das von Eiſen gegoſſene Rad AAA iſt an ſeinem Umfange in 6 Bogen abgetheilt, deren dreye mit Zähnen oder Kämmen an der Stirne verſehen, die Zwiſchenräume hingegen leer ſind. Jedem der beyden nebeneinander ſtehenden Cylinder entſpricht ein ſolches Rad; und dieſe beyden Räder ſind an derſeben Welle hintereinander dergeſtalt befeſtigt, daß jedesmal der gezahnte Bogen des Einen mit dem leeren Zwiſchenraume des andern Rades zuſammentrift, damit beſtändig ein Kolben im Steigen begriffen ſey. Damit aber die Bewegung gleichförmig, und der Luftſtrom durch die Oefnung des Blaſerohrs ununterbrochen erhalten werde, muß nothwendiger Weiſe (wie bey den vorher beſchriebenen Wellfüßen) der eine Kolben ſchon etwas früher angegriffen werden, und wirklich ſchon einige Zolle im Cylinder geſtiegen ſeyn, ehe der andere ſeinen Hub gänzlich vollendet, und ſeinen höchſten Standpunkt im Cylinder erreicht hat. Zu dieſem Ende müſſen daher die gezahnten Bogen etwas größer als die leeren Zwiſchenräume ſeyn; oder es müſſen zu jedem Bogen drey bis vier Kämme mehr, als die Theilung von 60 Graden beträgt, zugeſetzt werden. Jede der Kolbenſtangen qq iſt an der Seite mit einer eiſernen Windenſtange verſehen, welche eben ſo viele Kämme als ein gezahnter Bogen des Stirnrades hat, und genau in den Leztern eingreift. Auf dieſe Art greift der erſte Zahn des Rades in den erſten Kamm der Windenſtange, der zweyte an den folgenden, und dieſe Stange wird ſofort mit gleichförmiger Geſchwindigkeit ſo lange aufwärts gedrückt, bis der lezte Kamm des gezahnten Bogens über die Mittellinie hinaustritt, und die Stange verläßt. In dieſem Augenblicke wird der ſchwere Kolben frey, und ſinkt theils durch ſeine eigene Laſt, theils durch die im erſten Augenblicke noch zurückwirkende Fe-

*) Ich habe dieſe halbgezahnten Räder oder Wellringe zur Bewegung der Blaſemaſchinen zuerſt in meiner vor 11 Jahren erſchienenen Beſchreibung eines neuerfundenen Gebläſes in Vorſchlag gebracht; und ſie ſind ſeither bey einigen Kaſtengebläſen am Harze mit gutem Erfolge wirklich angewandt worden. —

Federkraft der über demſelben im Cylinder zuſammengedrückten Luft wieder herab; wobey die zu große Beſchleunigung ſeines Falles durch ein an dem Rade RR mittelſt einer Kette angebrachtes Gegengewicht S gemäßigt wird. —

Die 17te Figur auf derſelben Kupfertafel ſtellt eine veränderte Anordnung desſelben Mechanismus mit halbgezahnten Stirnrädern im vertikalen Durchſchnitte dar, wobey die oben offenen Cylinder aufrecht ſtehen, und die Kolben P (an welchen hier keine Klappe befindlich iſt) mittelſt der eiſernen abgedrehten Stangen n durch die im Boden eines jeden Cylinders angebrachte Stopfbüchſe S, und die unter demſelben befeſtigte Windenſtange mm von Oben niederwärts, und vermittelſt des Balanciers AB, A′B′ und Gewichtkaſten B, B′ wieder in die Höhe gezogen werden. Bey der erſten Bewegung wird die unter dem Kolben zuſammengedrückte Luft durch die Klappe v in die gemeinſchaftliche Windleitung ausgeleert: bey der zweyten durch das von unten ſich öffnende Ventil w friſche Luft in den Cylinder eingezogen. Die in 4 Bögen (deren zwey mit Zähnen verſehen, und zwey leer ſind) getheilten Wellringe drücken bey dieſer Vorrichtung jeden Kolben zweymal während einer Radumwälzung nieder. —

VII.

Anordnung eines durch Waſſerkraft betriebenen Cylindergebläſes mit Kurbeln oder Krummzapfen.

Die Erfahrung zeigt, daß vier Cylinder, deren Kolben durch eben ſo viele ins Viertel geſtellte Krummzapfen und Hebel, oder durch zwey unter einem rechten Winkel zuſammen geſetzte Krummzapfen vermittelſt zweyer Hebel oder Balanciers, die an jeder Seite eine Kolbenſtange führen, wechſelweiſe in Bewegung geſetzt werden, mit Beyhülfe einer etwas langen und weiten Windleitung einen ſehr beſtändigen und gleichförmigen Luftſtrom herfürbringen. Mit dreyen Cylindern geht es mit einem ähnlichen Mechanismus zwar auch noch an; doch iſt der Wind dabey ſchon weniger egal, und läßt, ohne auszuſetzen, bey jedem Kolbenwechſel ſchon ſehr merklich nach. — Aber zwey Cylinder, wenn ihre Kolben durch krumme Zapfen, oder eine ähnliche Vorrichtung ſo bewegt werden, daß der Eine in derſelben Zeit ſteiget, da der andere fällt, können, ohne Regulator, nimmermehr zu einem guten Gebläſe hinreichen. Denn der Zwiſchenraum von dem Zeitpunkte, da der eine Kolben zu blaſen aufhört, bis zu dem Augenblicke, da der andere zu wirken anfängt, würde bey einer ſolchen Anordnung, beſonders bey einem etwas langſamen Kolbenſpiele, viel zu merklich ſeyn, und wenigſtens für ein Paar Sekunden einen gänzlichen Stillſtand oder Ausſetzen des Windes verurſachen. Auch iſt die eigenthümliche Wirkungsart des krummen Zapfens hier beſonders aus dem Grunde nachtheilig, weil derſelbe den Kolben im Anfange des Hubes ſehr langſam, dann immer ſchneller, in der Mitte am ſchnellſten, am Ende wieder langſam bewegt. Wenn daher immer nur ein Kolben bläſet, ſo muß, da die Geſchwindigkeit des Luftſtromes mit der Geſchwindigkeit des Kolbens in geradem Verhältniße ſtehet, auch der Wind ſehr ungleich ſeyn.

Aus

Aus den hier angeführten Gründen iſt daher die Anlage eines Cylindergebläſes mit Kurbelbewegung allemal viel koſtbarer, und erfodert einen größern Raum, als die vorher beſchriebenen Vorrichtungen, wobey mit zweyen Cylindern ohne Windbehälter oder Regulator ein ganz gleichförmiges Gebläſe herfürgebracht wird, und welche daher, ihrer einfachen und wohlfeilern Conſtruction wegen in jedem Falle den Vorzug verdienen. Der Vollſtändigkeit wegen beſchreibe ich indeſſen hier eine der beſten Anwendungen eines mit krummen Zapfen bewegten Cylindergebläſes, welches durch den berühmten Engliſchen Mechaniker Smeaton vor mehr als 20 Jahren auf dem großen Eiſenhüttenwerke zu Carron in Schottland mit glücklichem Erfolge ausgeführt worden iſt.

Dieſe Maſchine iſt auf der IVten Kupfertafel Fig. 18. im vertikalen Durchſchnitt, und Fig. 21. im Grundriße dargeſtellt. Daſelbſt iſt

AAAA das oberſchlächtige Waſſerrad, an einer von Eiſen gegoſſenen Welle mn zwiſchen den Zapfenlagern DD, EE beweglich.

BB, BB'', B'''B''' die 4 großen Hebel oder Wagbalken, wovon hier nur drey ſichtbar ſind, da der zweyte durch den erſten gedeckt iſt.

CC — die 4 Blaſecylinder auf einem unbeweglichen Geſtelle MN nebeneinander befeſtigt.

PP — die in den Cylindern ſpielenden Kolben.

GG, HH, FF, die Unterlagmauern.

VWVW die gemeinſchaftliche Windleitung.

D — das aus dieſer Windleitung nach dem Hochofen geführte Blaſerohr.

(1) (2) (3) (4) b, g, die vier eiſernen Krummzapfen oder Kurbeln, unter rechten Winkeln gegeneinander geſtellt.

k, k', k'', k''' die eiſernen Verbindungshülſen, wodurch dieſe 4 einzeln gegoſſenen Krummzapfen zu einer zuſammenhangenden Kurbelwelle unter ſich, und mit der Welle des Waſſerrades in Verbindung geſezt werden.

MN,

MN, M′N′, MN″, M‴N‴, vier Paar Schwellen, zwiſchen welchen die Kurbeln, jede auf zweyen unbeweglichen Zapfenlagern, um ihre gemeinſchaftliche Achſe ſich drehen.

1,1, 2,2, 3,3, 4,4 (Fig. 18.) die Kurbſtangen, wodurch die Enden der Wagbalken B, B′, B′, auf und nieder bewegt werden.

ss — die an den andern Enden der Hebel mit einem Gewinde befeſtigten Kolbenſtangen.

u — die Klappen, durch welche die Luft von Auſſen beym Steigen der Kolben in die Cylinder eindringt

v — die Klappen, durch welche beym Niedergange der Kolben die zuſammengepreßte Luft in den gemeinſchaftlichen Windkaſten www ausgedrückt wird.

Die 23ſte Figur zeigt die Einrichtung der Kurbeln, und ihre Verbindung zur mehrern Deutlichkeit beſonders abgebildet. Es iſt nämlich ghf ein um die beyden rund abgedrehten Wellzapfen f, h als einer gemeinſchaftlichen Achſe ſich drehender Krummzapfen; g die Warze, an welche die Kurbſtange gehängt wird; e, i, die beyden über die Wellzapfen, und ihre Zapfenlager hinausragenden viereckten Köpfe; kk eine von Eiſen gegoſſene, viereckigte, auf dieſe Köpfe paſſende Hülſe, oder Verbindungskloß (Cupling-box) welcher über den viereckten Kopf e der einen, und den viereckten Kopf d der nächſtfolgenden Kurbel abcd dergeſtalt geſchoben wird, daß beyde in dieſer gemeinſchaftlichen Hülſe ſtecken, ohne ſich ganz zu berühren, ſondern ſo, daß noch ein Raum von ein Paar Zollen zwiſchen beyden übrig bleibt. — s iſt ein in dieſem Zwiſchenraume mitten durch die Hülſe geſteckter, und mit einer Schraubenmutter u. befeſtigter eiſerner Bolzen, welcher dazu dienet, die Hülſe feſt zu halten, daß ſie ſich nicht über den einen oder andern Kurbelzapfen hinaus verſchieben kann. — Auf dieſe Art wird die Bewegung von einem Krummzapfen zum andern mitgetheilt, als ob die ganze vierfach gekröpfte Kurbelachſe aus einem Stücke gegoſſen wäre; dabey ſind alle Theile hinlänglich unterſtützt und geſichert, und die Verbindung zwiſchen den einzelnen Krummzapfen kann nöthigen Falls bey einer vorzunehmenden Reparatur augenblicklich dadurch

ge-

gehoben werden, daß man die Bolzen ſu herauszieht, und die Verbindungsbüchſen zurückſchiebt.

Da es zum ſanften und gleichförmigen Gange der Maſchine, vorzüglich auch zur Erhaltung der Lederung und Verminderung der Reibung weſentlich erfordert wird, daß die Kolben in den Cylindern genau in vertikaler Richtung auf und nieder bewegt werden, die an den Hebeln angebrachten Kolbenſtangen hingegen nach der Größe des Querſinus desjenigen Bogens, welchen dieſelben im Hube beſchreiben, von der Vertikallinie ſeitswärts abweichen, und dieſe Abweichung deſto beträchtlicher wird, je länger der Hub, und je kürzer die Hebel ſind; ſo iſt eine beſondere Vorrichtung nöthig, wodurch dieſer Fehler verbeſſert, und dem Kolben eine ſenkrechte Bewegung verſchafft wird. Ich ſchlage hiezu denjenigen ſehr einfachen Mechanismus vor, deſſen man ſich bey den Kolben der Feuerſpritzen mit gutem Erfolge bedienet, und welcher Fig. 19. von vorne, Fig. 20. in perſpectiviſcher Anſicht, und Fig. 22. im Grundriß vorgeſtellt iſt. Der Kolben PP iſt nämlich in ſeinem Mittelpunkte mit einer unbeweglichen ſtarken viereckten eiſernen Stange mm verſehen, welche durch eine quer über den Cylinder befeſtigte eiſerne Schiene ab in einer genau paſſenden Oefnung ſenkrecht auf und nieder ſpielt. — ss ſind zwey mit Gewinden oben an dem Hebel B, und unten am Kolben zu beyden Seiten der Stange m und der Schiene ab befeſtigte Druckſtangen, deren Abweichung von der Vertikallinie durch dieſe Vorrichtung keinen nachtheiligen Einfluß auf die Bewegung des Kolbens ausüben kann, welcher durch die Stange mm beſtändig in gerader Richtung erhalten wird. Daß die Stange mm durchaus von gleicher Dicke, und an ihren Seitenflächen ſo glatt als möglich ſeyn, auch in der (mit Meſſing gefütterten) Oefnung öfters mit Schmiere verſehen werden muß, verſteht ſich von ſelbſt. *)

---

*) Bey den Maſchinen zu Carron iſt keine Vorrichtung dieſer Art angebracht, und man hat daſelbſt den hier bemerkten Nachtheil bloß dadurch zu vermindern geſucht, daß man dem Kolben einen ſehr niedrigen Hub, und dagegen den Hebeln eine ſehr beträchtliche Länge gab. —

VIII.

VIII.

Beſchreibung eines doppeltwirkenden Blaſecylinders.

Nach der bekannten Einrichtung einer doppelt wirkenden Dampfmaſchine hat man in England auch doppelt wirkende Blaſecylinder vorgerichtet, deren Kolben beym Steigen und Niedergehen eine gleiche Luftmenge ausblaſen, folglich ununterbrochen arbeiten. Die Anordnung eines ſolchen Cylinders iſt auf der VIten Kupfertafel Fig. 24. im vertikalen Durchſchnitte dargeſtellt; und es iſt daſelbſt

ABCD der oben und unten verſchloſſene Cylinder;

PP der in demſelben ſpielende, mit einer doppelten Liederung verſehene, Kolben.

mm die rund abgedrehte Kolbenſtange, welche oben mit einem Oehre r verſehen iſt, wodurch ſelbe an eine Gelenkkette, oder an eine andere Vorrichtung, auf die oben beſchriebene Weiſe, befeſtigt wird.

ss eine auf dem Deckel des Cylinders befindliche Stopfbüchſe, in welcher die Kolbenſtange Luftdicht auf und nieder ſpielt.

u die Klappe, durch welche die Luft von auſſen in den Cylinder eindringt, wenn der Kolben von unten aufwärts gezogen wird.

x eine ſich niederwärts öfnende Klappe, welche durch einen kleinen eiſernen Hebel nn mittelſt eines Gegengewichtes ſich ſchlieſſet, und die Luft beym Niedergange des Kolbens in den Cylinder eintretten läßt.

F ein oben zur Seite des Cylinders befindliches kurzes Rohr, durch welches die verdichtete Luft beym Steigen des Kolbens aus dem Cylinder ausgedrückt wird.

vv ein unter dem Cylinder angebrachtes Rohr, durch welches die Luft beym Niedergehen des Kolbens ausgeleert wird.

a, b die beyden Klappen, welche der aus dem Cylinder gedrückten Luft den Durchgang in die Windleitung verſtatten, den Rückweg hingegen verſchlieſſen.

fghi ein cylindriſcher oder prismatiſcher Windkaſten, welcher als gemeinſchaftlicher Behälter die verdichtete Luft von oben und unten aufnimmt.

FF die aus dieſem Behälter nach dem Schmelzofen geführte Windleitung.

Durch doppelt wirkende Cylinder dieſer Art wird zwar keineswegs, wie einige glauben, an der bewegenden Kraft irgend eine Erſparniß bewirket; doch gewähret dieſe Einrichtung bey einem mit Kurbeln zu bewegenden Gebläſe den Vortheil, daß man nur zwey Cylinder ſtatt vieren vorzurichten braucht, und daß daher die ganze Maſchine in einen kleinern Raum gebracht werden kann. Die Kolbenſtangen müſſen aber in dieſem Falle durch einen beſondern Mechanismus mit den Hebeln verbunden werden, dergleichen ich in meinen **Neuen Vorſchlägen und Erfindungen zur Verbeſſerung der Waſſerkünſte** (welche 1800 zu Baireuth erſchienen ſind) Seite 58 — 60, XI. und XII. Kupfertafel, zur ſenkrechten Bewegung der Kolbenſtangen bey Druckwerken angegeben habe. — Sehr vortheilhaft iſt die Anwendung eines ſolchen doppelten Cylinders bey einem durch die Kraft des Waſſerdampfes betriebenen Gebläſe, wobey der Dampfcylinder, nach Watt's Erfindung, gleichfalls doppelt wirkt (double ſtroked Engine) weil bey dieſer Anordnung der Raum und die Koſten eines großen **Regulators** erſpart werden, an deſſen Stelle ein ganz kleiner Behälter geſetzt werden kann, wenn anders die Kolbenhübe, wie ſichs gehört, ſchnell genug aufeinander folgen, und der Kolben beym Wechſel der Bewegung nicht mehrere Sekunden lang ſtille ſteht. — Indeſſen haben alle doppelt wirkenden Gebläſe dieſer Art auch die Unbequemlichkeit, daß bey der von Zeit zu Zeit vorzunehmenden Liederung des Kolbens jedesmal der Deckel des Cylinders CD losgeſchraubt und abgehoben werden muß; welches immer mit einem beträchtlichen Zeitaufwande und vieler Mühe verbunden iſt. —

IX.

IX.

Vorſchlag zu einer verbeſſerten Anordnung eines durch krumme Zapfen zu betreibenden Cylindergebläſes.

Beym Entwurfe dieſer Vorrichtung hatte ich vorzüglich die Abſicht, die Maſchine in einen kleinen Raum zu bringen, und die Cylinder umgekehrt (wie bey den oben beſchriebenen, durch Wellfüße betriebenen Maſchinen) zu ſtellen, weil bey dieſer Anordnung, da die Kolben von unten aufwärts drücken, die Liederung an denſelben leichter und bequemer vorzunehmen iſt, auch länger hält, als bey aufrechtſtehenden Cylindern, in welche der Hüttenſtaub von oben beſtändig fällt, und zwiſchen die Kolben und Cylinderwände eindringt; und weil auch überhaupt bey allen Maſchinen eine ziehende Bewegung einer drückenden oder ſchwebenden vorzuziehen iſt.

Von dieſer Maſchine iſt auf der V^ten Kupfertafel Fig. 25. eine Anſicht von vorne oder nach der Länge; Fig. 26. eine Anſicht von der Seite oder über die Breite; und Fig. 27. eine Anſicht von oben. Dabey ſind

CC, CC, CC, CC die vier Cylinder, welche auf einem ſtarken hölzernen Roſte mittelſt der an denſelben von auſſen angegoſſenen kurzen Aerme dd, ee durch Schrauben befeſtigt ſind;

MM, NN, OO, PP die Unterlag-Mauern, auf welchen das ganze Gerüſte mit den Cylindern ruhet.

Jeder Kolben (deſſen Bau im Profile Fig. 25. beſonders zu ſehen iſt) iſt mit zweyen Klappen uu verſehen, durch welche die äuſſere Luft von unten eindringt, und

wird mittelſt einer rund abgedrehten eiſernen Stange mn, welche Luftdicht durch die auf dem Deckel des Cylinders angebrachte Stopfbüchſe h ſpielt, aufwärts gezogen; iſt aber zugleich von unten mit einer hölzernen vierkantigen Stange qq verſehen, welche in einem paſſenden Ausſchnitte zwiſchen den Balken bb auf und nieder geht, und dazu dient, die Bewegung des Kolbens in vertikaler Richtung zu erhalten.

Die 4 eiſernen Kolbenſtangen ſind oben mit eben ſo vielen Gelenkketten ss, ss verbunden; und dieſe 4 Ketten hangen an den 4 Krümmlingen oder Zirkel-Segmenten der beyden gleicharmigen, um die Achſen aa beweglichen, Hebel oder Balanciers AA, A′A′, ſo, daß bey jeder Bewegung eines dieſer Hebel der eine Kolben ſteigt, und der andere zu gleicher Zeit fällt.

Die über den Kolben zuſammengepreßte Luft wird aus jedem Par nebeneinander ſtehender Cylinder in einen, mit zweyen Klappen verſehenen, gemeinſchaftlichen Windkaſten vv gedrückt, und ſtrömt aus dieſen beyden Windkaſten, welche mit einem weiten Rohr EF unter ſich verbunden ſind, durch die Windleitung DD in die Forme des Schmelzofens.

Die Balanciers erhalten ihre Bewegung durch zwey in der Mitte zwiſchen den Cylindern auf 4 Zapfenlagern ſich umdrehende, Kurbeln oder Krummzapfen (1) und (2), welche durch eine Verbindungshülſe (cupling-box) kk (von derſelben Einrichtung, wie im VII^{ten} Abſchnitt Fig. 23, beſchrieben worden) unter einem rechten Winkel zuſammengeſetzt, und an deren Warzen die oben an den Hebeln mit Gewinden befeſtigten eiſernen Kurbſtangen (1) (1) — (2) (2) eingehängt ſind.

Da auf dieſe Art die beyden Kurbſtangen im Schub und Druck gleiche Kraft ausüben, und bey jeder Bewegung immer ein oder der andere Kolben ſich wirkend verhält, ſo iſt der Widerſtand und die Wirkung vermöge dieſer doppelten Kurbel eben ſo genau **ins Viertel getheilt**, als ob die 4 Kolben durch vier unter 4 rechten Winkeln geſtellte Krummzapfen und eben ſo viele Hebel bewegt würden. Es trift nämlich auf jedes Viertheil einer Umdrehung des Rades das Ende und der Anfang eines Kolbenhubes;

und die Windleitung wird daher ununterbrochen mit einem gleichförmigen Zufluße von verdichteter Luft verſehen.

Beyde Kurbeln ſtehen mittelſt einer zweyten Hülſe kk (welche Fig. 27. im horizontalen Durchſchnitt angezeigt iſt) mit der Welle ww des Waſſerrades RR in Verbindung, von welchem auf dieſe Art die ganze Maſchine in Gang geſetzt wird.

Die ſchräge Richtung der Kurbelſtangen, welche mit den Wagbalken AA einen ſpitzigen Winkel machen, ſchadet hier der Bewegung nicht das Geringſte, da der Anhängpunkt dieſer Stangen an der untern Seite die Umdrehungsachſe, a hingegen an der obern Seite dieſer Balanciers ſich befindet, folglich die mittlere Richtung des Zuges mit dem **eigentlichen Hebel**, welcher durch eine punktirte Linie zwiſchen der Achſe a und dem Anhängpunkte der Kurbſtange angezeigt iſt, und welcher mit dem Hebelarme, woran die Laſt hängt, einen wahren **Winkelhebel** bildet, dennoch einen Winkel von 90 Graden macht. —

X.

Vorſchlag zur Anordnung eines Gebläſes mit vier Cylindern und mit Kurbelbewegung, wobey die Maſchine in den möglichſt kleinſten Raum gebracht wird.

Dieſe Anordnung iſt auf der Vten Kupfertafel Fig. 28. in einer Seitenanſicht dargeſtellt, und gewährt den doppelten Vortheil, daß die Maſchine in den möglichſt kleinſten Raum gebracht wird, und die möglichſt einfache Conſtruction erhält, indem hier die bey der vorher beſchriebenen Vorrichtung nöthigen Stopfbüchſen wegfallen, und die Kolben in den Cylindern gerade von unten aufwärts gedrückt werden.

Die 4 Cylinder CC, CC (wovon hier in der Zeichnung nur zwey ſichtbar ſind) ſtehen in gleicher Entfernung ganz nahe beyſammen, und auf einem ſtarken hölzernen Gerüſte (wie bey der vorher beſchriebenen Maſchine) befeſtigt. Die Windkaſten vv, das Verbindungsrohr E, und die Windleitung DD ſind wie bey der letzten Vorrichtung angebracht. — Die Kolbenſtangen qq, q′q′ ſind mittelſt ſtarker Gelenkketten an den Krümmlingen zweyer Kunſtkreuze ABAB, A′B′A′B′ befeſtigt; und dieſe beyden Kunſtkreuze werden durch eine doppelte Kurbel (1) (2) vermittelſt der ſtarken eiſernen Kurbſtangen (1) (1) und (2) (2) in Bewegung geſetzt. Dieſe Krummzapfen ſind, wie dort, unter einem rechten Winkel zuſammen geſtellt, und auf dieſelbe Art durch Verbindungshülſen unter ſich ſelbſt, und mit der Achſe des Waſſerrades RRR verbunden. —

Noch muß hier bemerkt werden, daß man ſowohl bey dieſem, als bey den vorher beſchriebenen Maſchinen durch Wegnahme der viereckten eiſernen Deckel, welche mit Schrauben auf die Windkaſten v, v befeſtigt ſind, leicht zu den darin befindlichen Klappen gelangen, un ſolche nöthigen Falls heraus nehmen, und wieder hinein bringen kann. —

XI.

Beſchreibung eines neuerfundenen Cylindergebläſes mit doppelten gegeneinander wirkenden Kolben.

Man hat in England ſchon vor mehreren Jahren eine neue Art von Saugpumpen erfunden, wobey in einem Kolbenrohr oder Stiefel zwey Kolben in entgegen geſetzter Richtung auf und nieder ſpielen, und welche daher doppelt wirken, und im Hube und Rückzuge der Kolben eine gleich große Waſſermenge heben und ausſchütten. *)

Daſſelbe Prinzip läßt ſich nun mit gleichen Vortheilen auch auf die großen Luftdruckwerke (Cylindergebläſe) anwenden, welche hiedurch die möglichſt einfache, wohlfeile, und den geringſten Raum einnehmende Conſtruction erhalten. Ich ſchlage in dieſer Abſicht die auf der VI^ten^ Kupfertafel entworfenen Anordnungen vor.

Erſte Vorrichtung.

In dem Cylinder CPCQ (Fig. 29) welcher unten offen, oben mit einem Deckel verſchloſſen iſt, ſind zwey Kolben CP und QC übereinander angebracht, deren jeder mit zweyen von unten aufwärts ſich öfnenden Klappen uu verſehen iſt. Die eiſerne, cylindriſch abgedrehte Kolbenſtange bb des erſten oder obern Kolbens CP ſpielt in einer auf dem

*) Man ſehe meine 1800 zu Bayreuth bey Lübecks Erben erſchienene Neue Vorſchläge und Erfindungen zur Verbeſſerung der Waſſerkünſte beym Bergbau und Salinenweſen, wo ich den Bau dieſer Doppelpumpen nebſt verſchiedenen Modificationen deſſelben Prinzips S. 23 — 29 ausführlich beſchrieben habe.

dem Deckel des Cylinders beſindlichen Stopfbüchſe s Luftdicht auf und nieder, und iſt mittelſt der Gelenkkette aa an dem Krümmlinge des doppelarmigen, um ſeinen Ruhepunkt c beweglichen, Hebels AB befeſtigt. Der untere Kolben QC iſt mit einer ſtarken vierkantigen hölzernen Stange de verſehen, an welcher von der einen Seite die eiſerne Windenſtange fg, von der andern eine Gelenkkette befeſtigt iſt, welche mit dem Balancier HI in Verbindung ſtehet. Dieſer Balancier, welcher um ſeine Achſe k beweglich iſt, dienet dazu, durch das Gegengewicht S einem Theile der Laſt des ſchweren Kolbens QC nebſt der Kolbenſtange dergeſtalt das Gleichgewicht zu halten, daß dieſer Kolben nur ſo viel Uebergewicht behält, als zum freyen Niederſinken desſelben ohne zu große Beſchleunigung nöthig iſt, und daß beym Aufwärtsdrücken desſelben nur ein geringer Theil ſeiner Laſt gehoben werden darf.

Der obere Balancier AB iſt mittelſt einer Stange pq mit dem einarmigen Hebel EG in Verbindung geſetzt; und dieſer um die Achſe i bewegliche Hebel iſt mit einem von Eiſen gegoſſenen gezahnten Zirkelſegmente E verſehen, welches eben ſo viele Kämme von gleicher Eintheilung als die Windenſtange fg hat.

In der Mitte zwiſchen dieſem gezahnten Segmente und der Windenſtange iſt an der Achſe des (unter= oder oberſchlächtigen) Waſſerrades MM ein von Eiſen gegoſſenes halbgezahntes Getriebe RR befeſtigt, deſſen mit Kämmen verſehene Hälfte (welche etwas größer als die leere Seite der Peripherie ſeyn muß) ſowohl in die Windenſtange, als in das Zirkelſegment dergeſtalt eingreift, daß der erſte und zweyte Zahn die Stange ſchon angegriffen, und einige Zolle aufwärts geſchoben hat, ehe der letzte Zahn das Zirkelſegment verläßt.

Die Bewegung und Wirkungsart dieſer Maſchine geſchieht nun auf folgende Art:

Wenn der Kolben CP ſeinen höchſten Stand im Cylinder erreicht hat (wie er in der Zeichnung vorgeſtellt iſt) tritt die gezahnte Hälfte des Getriebes RR aus der Verbindung mit dem Radbogen E, welcher in dieſem Augenblicke frey wird, und der

Kol=

Kolben CP, welcher einiges Uebergewicht über den Hebel EG haben muß*), ſinkt im Cylinder allmählig bis an die punktirte Linie ma herab. Zu gleicher Zeit ſteigt der Kolben QC durch die Umdrehung des Waſſerrades und Getriebes mit gleichförmiger Geſchwindigkeit aufwärts, dem obern Kolben CP entgegen, und erreicht ſeinen höchſten Stand (welchen die punktirte Linie nn bezeichnet) etwas früher, als der obere Kolben in ſeiner niedrigſten Stelle mm angekommen iſt. Da nun der durch den niedergeſunkenen Kolben CP aufwärts gezogene Hebel EG mit ſeinem Rad-Segmente jezt wieder in ſeinem höchſten Stande ſich befindet, ſo trifft der erſte Kamm des halbgezahnten Getriebes auf den erſten oder unterſten Zahn des Bogenſtückes, und drückt dieſes ſofort nieder, wodurch der Kolben CP wieder aufwärts zu ſteigen beginnt. Ein Par Sekunden ſpäter verläßt der lezte Zahn des Getriebes den lezten oder unterſten Kamm der Windenſtange: dieſe wird frey, und der Kolben QC ſinkt vermöge ſeines Uebergewichtes wieder zurück, indeß der obere Kolben CP ſeinen Hub aufwärts vollendet.

Auf dieſe Art wird das Spiel der Kolben immerfort ſo wiederholt, daß ſich beyde wechſelweiſe gegeneinander bewegen, und voneinander entfernen; und da beſtändig der eine oder andere dieſer Kolben im Steigen begriffen iſt, ſo geht die eigentliche Wirkung, das Zuſammenpreſſen und Ausdrücken der verdichteten Luft ununterbrochen fort. Der obere Kolben drückt nämlich, während er ſteiget, die über ihm befindliche Luft unmittelbar durch die (ohne Klappe) an dem Deckel des Cylinders befeſtigte Windleitung F hinaus, indeß ſeine beyden Klappen geſchloſſen ſind. Der untere Kolben hingegen drückt die bey ſeinem Rückzuge vorher eingezogene, zwiſchen beyden Kolben im Cylinder befindliche Luftmenge durch die Ventilöfnungen des obern niedergehenden Kolbens, und nöthigt ſelbe über dieſen leztern, und ſohin ebenfalls durch die Windleitung F auszuſtrömen. Dieſe Windleitung erhält demnach einen ununterbrochenen gleichförmigen Zufluß von verdichteter Luft, und folglich muß auch der am Ende derſelben ausſtrömende Wind ununterbrochen und ganz gleichförmig seyn.

Zwey-

*) Wenn die Laſt des Kolbens hiezu nicht hinreichen ſollte, ſo kann der Hebel EG über den Ruhepunkt i hinaus verlängert, oder in einen doppelarmigen verändert, und an demſelben ein Gegengewicht angebracht werden, welches man nach Belieben, wie es der Gang der Maſchine erfodert, vergrößern oder vermindern kann.

Zweyte Vorrichtung.

Dieſe iſt auf derſelben Kupfertafel Fig. 30. in einer Anſicht dargeſtellt; und es iſt daſelbſt

CC — der unten offene, oben mit einem Deckel verſchloſſene, Cylinder;

P, Q — die beyden in dieſem Cylinder gegeneinander ſpielenden Kolben, jeder mit zweyen ſich aufwärts öfnenden Klappen verſehen;

F — die Windleitung;

de — die hölzerne Druckſtange des untern Kolbens;

b — die eiſerne abgedrehte Zugſtange des obern Kolbens;

s — die auf dem Deckel des Cylinders befeſtigte Stopfbüchſe, in welcher die Kolbenſtange b auf und nieder ſpielet.

AB — der obere mit zweyen Krümmlingen verſehene doppelarmige Hebel oder Balancier um die Achſe c beweglich.

aa — eine an dieſem Balancier und der Kolbenſtange b befeſtigte Gelenkkette.

DE — der untere Wagbalken um die Achſe i beweglich. — Dieſer Hebel iſt an der einen Seite mit einem Krümmlinge, an der andern mit einem eiſernen gezahnten Radſegmente verſehen.

RR — ein an der Welle des Waſſerrades befeſtigtes Stirnrad mit zweyen gezahnten und zweyen leeren Quadranten.*)

Dieſer Stirnräder ſind zwey an derſelben Welle neben- oder hintereinander dergeſtalt angebracht, daß die leere Stelle des einen mit der gezahnten Stelle des andern zuſammen trifft. — Das erſte Rad RR (welches hier in der Zeichnung allein ſichtbar iſt, greift in das gezahnte Radſegment E des Wagbalkens DE, drückt ſolches auf dieſer Seite allmählig nieder, und hebt ſolchergeſtalt den Kolben QQ mittelſt der an dem Krümmlinge D und der Stange de befeſtigten Gelenkkette kk.

Das

*) Auch hier müſſen die gezahnten Bögen etwas größer ſeyn als die leeren.

Das zweyte ähnliche Rad (welches hier von dem erſten gedeckt in der Zeichnung nicht zu ſehen iſt) greift in die eiſerne Windenſtange rr, welche an der Stange pq und der Gelenkkette fg befeſtigt iſt, und zieht ſohin das Ende B des obern Wagbalkens nieder, folglich den Kolben PP aufwärts.

Beyde Kolben ſinken durch ihre eigene Laſt, welche durch die Gegengewichte S, T gemäßigt wird, im Cylinder nieder.

Die Wirkung geſchieht bey dieſer, wie bey der erſten Vorrichtung, indem die Luft im Cylinder beſtändig durch einen der beyden Kolben zuſammengepreßt, und durch die Windleitung ausgedrückt wird.

Uebrigens verſteht ſich, daß bey dieſer, wie bey der vorher beſchriebenen Maſchine dem Hube der Kolben, oder vielmehr der Balanciers bey ihrem Niedergange durch eine ſchickliche Vorrichtung, wie oben bey den cycloidiſchen Wellfüßen (Seite 22) beſchrieben wurde, Gränzen geſetzt werden müſſen, damit die Kolben nicht aufeinander ſtoſſen, und die Theile der Maſchine keine Erſchütterung leiden. —

Dritte Vorrichtung.

Dieſe Fig. 32. in einer Seitenanſicht, und Fig. 33. von vorne abgebildete Maſchine unterſcheidet ſich von den beyden vorhergehenden dadurch, daß beyde Kolben in demſelben Cylinder ihre Bewegung **von unten** erhalten, ſohin auf dem Deckel des Cylinders keine Stopfbüchſe, noch irgend eine Vorrichtung über demſelben erfoderlich iſt: wodurch das Ganze einfacher, und in einen kleinern Raum zuſammen gebracht wird.

Es befindet ſich nämlich hier im Mittelpunkte des untern Kolbens QQ eine Oeffnung, und an deſſen untern Fläche eine Stopfbüchſe s, durch welche die ſtarke eiſerne, cylindriſch abgedrehte Stange ab des obern Kolbens PP luftdicht in vertikaler Richtung auf und nieder ſpielt. Dieſe eiſerne Kolbenſtange iſt unten (auſſerhalb der Stopfbüchſe) mit einer andern hölzernen viereckten Stange de verbunden, an welcher eine eiſerne Windenſtange rr (von der Länge des Kolbenhubes) befeſtigt iſt.

An dem zweyten oder untern Kolben QQ ſind zwey ähnliche hölzerne Druckſtangen von gleicher Länge, fg, fg, in gleichem Abſtande von der mittlern Stange de, und alle drey in derſelben Fläche unter ſich, befeſtigt; und dieſe beyden Stangen ſind ebenfalls, jede mit einer gleich langen eiſernen Windenſtange in gleicher Höhe verſehen.

Nun ſind an der Welle des Waſſerrades MN drey gleich große halbgezahnte Stirnräder von Gußeiſen VV, RR, und XX in gleicher Entfernung, und zwar ſo befeſtigt, daß die mit Kämmen verſehenen Stellen der beyden äuſſern Räder VV und XX zuſammen, und auf die leeren Stellen des mittlern Stirnrades RR treffen.

Die beyden äuſſern Räder VV, XX greifen gemeinſchaftlich in die beyden gezahnten Stangen fg und fg, und ſchieben folglich den untern Kolben QQ in die Höhe; das mittlere Stirnrad RR hingegen packt die Windenſtange rr, und drückt alſo die durch den untern Kolben gehende Stange aa, und mit ihr den obern Kolben PP aufwärts.

Um das zu ſchnelle Niedergehen der ſchweren Kolben und Kolbenſtangen zu verhüten, und ihre Laſt beym Hube zu vermindern, ſind (der Radwelle gegenüber) drey Wagbalken oder doppelarmige Hebel AB, A′B′, und A″B″ (wovon der letzte hier nicht zu ſehen iſt) mit Krümmlingen, Gelenkketten, und mit Gewichtkaſten S, S′, S″ dergeſtalt angebracht, daß die beyden äuſſern dieſer Hebel zum Gegengewicht für den untern, der mittlere hingegen zum Gegengewichte des obern Kolbens diene. —

Uebrigens iſt auch hier jeder der beyden Kolben mit zweyen Klappen verſehen, und alles übrige, ſo wie die Wirkungsart genau wie bey den beyden vorher beſchriebenen Maſchinen. —

Ein beſonderer Vortheil aller dieſer doppelt wirkenden Blaſecylinder beſteht auch darinn, daß hiebey ſtatt 8 Klappen nur vier erfoderlich ſind, und daß man die nöthigen Reparaturen oder Liederung dieſer Klappen ſehr leicht und bequem vornehmen kann, indem man die Kolben von unten aus dem Cylinder herausziehet. —

XII.

Anordnung eines Gebläſes mit zweyen übereinander geſtellten Cylindern, in welchen die Kolben gegeneinander wirken.

Man kann daſſelbe Prinzip gegeneinander wirkender Kolben auch bey zweyen übereinander geſtellten Cylindern auf folgende Art anwenden, wie Fig. 34 auf der VIten Kupfertafel darſtellet.

Daſelbſt ſind CC, DD zwey gleich große Cylinder, deren der höhere CC ſowohl oben als unten mit einem Deckel verſchloſſen, der Untere DD hingegen unten ganz offen iſt. Beyde ſtehen durch eine hinlänglich weite Oefnung V, welche mit keiner Klappe bedeckt iſt, miteinander in Verbindung; und in jedem ſpielet ein mit zweyen aufwärts ſich öfnenden Klappen verſehener Kolben PC, und DQ.

Die eiſerne, abgedrehte, an dem obern Kolben PC befeſtigte Stange aa geht durch die luftdichte Stopfbüchſe s, und wird, in Verbinbung mit der Windenſtange bb, durch das an der Radwelle MN befeſtigte halbgezahnte eiſerne Stirnrad R aufwärts geſchoben. Die andere (hölzerne) Kolbenſtange cd iſt unmittelbar an dem Kolben DQ befeſtigt, und wird auf dieſelbe Art durch das halbgezahnte Stirnrad R′ gehoben.

Beyde Kolbenſtangen ſind der Radwelle gegenüber mit Hebeln und Gegengewichten, wie bey Fig. 32., verſehen, welche hier in der Zeichnung nicht ſichtbar ſind.

Die Windleitung F fängt unmittelbar am Deckel des obern Cylinders an, und hat keine Klappe.

Das Spiel der Kolben, und die Wirkung verhält ſich, wie bey den im vorigen Kapitel beſchriebenen Maſchinen, und die Vortheile ſind dieſelben.

XIII.

Anordnung eines Cylindergebläſes mit zweyen gegeneinander wirkenden Kolben und cycloidiſchen Wellfüßen.

Die beyden Cylinder CC, DD ſind hier (Fig. 35.) wie bey der vorher beſchriebenen Maſchine Fig. 34. übereinander, und ſo geſtellt, daß der obere Cylinder CC tiefer zurück ſtehet, was hier in der Seitenanſicht nicht bemerkt werden kann.

Die beyden Kolbenſtangen (wovon hier nur die vordere ab, welche den Kolben im untern offenen Cylinder führt, ſichtbar iſt) werden durch Gelenkketten an den Krümmlingen A, A′ der beyden Balanciers AB, A′B′, welche um die Achſen m ſich drehen, aufwärts gezogen, und ſinken durch ihre eigene Schwere nieder, welche, um die zu große Beſchleunigung zu verhüten, durch Gegengewichte an den Hebel-Enden B, B′ gemäßigt werden kann.

Die Bewegung geſchieht durch zwey an der Welle des Waſſerrades befeſtigte eiſerne Wellfüße cde und fgh ganz auf dieſelbe Art, wie oben (V. Kapitel) beſchrieben worden iſt.

Alles übrige verhält ſich bey dieſer Maſchine, wie bey den leztbeſchriebenen Anordnungen.

Die-

Dieſelbe Bewegung mittelſt cycloidiſcher Wellfüße (welche allerdings dem Mechanismus mit halbgezahnten Rädern vorzuziehen iſt) kann auch bey einem einzigen Cylinder mit zweyen in demſelben gegeneinander ſpielenden Kolben angebracht werden, wenn man an die Welle des Waſſerrades Fig. 32, ſtatt der drey halbgezahnten Stirnräder, drey gleiche Wellfüße dergeſtalt befeſtigt, und drey doppelarmige Hebel mit Krümmlingen und Gelenkketten ſo vorrichtet, daß die beyden äußern zuſammen den einen, und der mittlere den andern Kolben wechſelweiſe aufwärts ſchieben. —

XIV.

Anordnung eines Gebläſes mit zweyen in einem Cylinder gegeneinander ſpielenden Kolben, welche durch Krummzapfen bewegt werden.

Eine ſehr zweckmäßige Vorrichtung zum Betriebe eines doppeltwirkenden Cylindergebläſes durch Krummzapfen iſt auf der VIten Kupfertafel Fig. 31. in einer Seitenanſicht dargeſtellt; und es iſt daſelbſt;

CC der Cylinder, oben mit einem Deckel verſchloſſen, unten ganz offen.

PP, QQ die beyden in dieſem Cylinder gegeneinander ſpielenden Kolben.

F — die Windleitung.

S — die auf dem Deckel des Cylinders befeſtigte Stopfbüchſe.

bb — die eiſerne Stange des obern Kolbens, welche in dieſer Stopfbüchſe luftdicht auf und nieder geht.

aa — die Gelenkkette, an welcher die obere Kolbenſtange befeſtigt iſt.

AB der obere oder große Wagbalken um die Achſe c beweglich.

de die hölzerne Stange des untern Kolbens.

DE ein einarmiger Hebel, um die Achſe i beweglich, mit einem Krümmlinge D, an welchem die untere Kolbenſtange mittelſt einer Gelenkkette befeſtigt iſt.

mn eine eiſerne Stange, durch welche der untere Hebel mit dem obern Wagbalken in Verbindung geſetzt iſt. *)

pq die eiſerne Kurbſtange, wodurch der Wagbalken AB mit dem krummen Zapfen r an der Achſe des Waſſerrades verbunden iſt. —

Die Wirkungsart dieſer Maſchine iſt nun leicht einzuſehen.

So wie das Ende B des großen Hebels durch die Kurbel herunter gezogen wird, ſteigt das andere Ende desſelben mit dem Krümmlinge A, und der Kolben PP wird aufwärts gezogen. Zu gleicher Zeit geſtattet die gleichfalls niedergehende Verbindungsſtange mn dem Hebel DE, folglich auch dem untern Kolben QQ vermöge ſeiner eigenen Schwere nieder zu ſinken.

Sobald nun die Kurbelwarze den tiefſten Punkt in ihrem Umlaufe erreicht hat, und auf der andern Hälfte wieder zu ſteigen beginnt, wird vermittelſt der aufwärts ſchiebenden Kurbſtange pq das Ende B des obern Wagbalkens in die Höhe gedrückt, folglich auch der einarmige Hebel DE durch die Verbindungsſtange mn aufwärts gezogen, indeß der Krümmling A des obern Wagbalkens niedergeht: folglich ſinkt der obere Kolben im Cylinder vom höchſten Stande herab, und der untere ſteigt ihm zu gleicher Zeit von ſeiner tiefſten Stellung aufwärts entgegen.

Die Länge des untern einarmigen Hebels iſt an ſich zwar gleichgültig; doch muß allemal der Abſtand der Gelenkkette, welche den untern Kolben trägt, von der Achſe i zur

*) Da die Richtung dieſer Stange ſchief iſt, ſo müſſen die Anhängpunkte m und n an den beyden Hebeln eine ſolche Richtung erhalten, daß bey der wagrechten Stellung dieſer Hebel in der Mitte ihres Hubes, in welcher die Maſchine hier dargeſtellt iſt, die durch dieſe Anhängpunkte und die Hebelachſen c und i gezogenen geraden Linien cm und ni mit der Stange mn oben und unten rechte Winkel bilden, folglich parallel zuſammen laufen. Hiedurch werden dieſe beyden Hebel eigentliche Winkelhebel, deren Lage gegeneinander immer gleich nnd regelmäßig bleibt; und die Richtungslinie der Verbindungsſtange weicht von der Tangeute des Bogens, welchen die Hebel bey ihrer Bewegung beſchrieben, im Steigen und Fallen, wie ſichs gehört, nur um die Hälfte des Querſinus dieſes Bogens ab. —

zur Entfernung derſelben Achſe von dem Anhängpunkte n, oder zur Linie ni ſich verhalten, wie der Abſtand der Kette aa von der Hebelachſe c zur Entfernung dieſer Achſe vom Anhängpunkte m, oder zur Linie cm; weil nur auf dieſe Art die Länge des Hubes der beyden Kolben, und ihr ſtatiſches Moment vollkommen gleich wird. Auch erfodert die Gleichförmigkeit des Ganges der Maſchine, daß beyde Kolben mit ihren Stangen und Zubehör ſich in jeder Stellung das Gleichgewicht halten. Zu dieſem Ende kann man, da der untere Kolben nebſt dem Hebel DE um Vieles ſchwerer als der obere Kolben ausfallen muß, auf dem obern Wagbalken gegen A hinaus einen Gewichtkaſten anbringen, oder den untern Hebel DE in einen doppelarmigen verwandeln, und über E hinaus mit einem Gegengewichte verſehen.

Uebrigens würde bey dieſer Vorrichtung, wegen der bekannten Ungleichförmigkeit in der Wirkungsart des krummen Zapfens, durch einen einzigen Cylinder mit zweyen Kolben nicht nur kein egales Gebläſe herfürgebracht werden, ſondern der am Ende des Rohres F ausſtrömende Wind würde ſogar bey jedem Kolbenwechſel (folglich zweymal bey jedem Umgange des Rades) auf einige Sekunden gänzlich aufhören. Um dieſes zu verhüten, und ein ununterbrochenes und vollkommen gleichförmiges Gebläſe zu erhalten, muß demnach die Windleitung F mit einem Luftbehälter oder **Regulator** (von der oben im II^ten^ und III^ten^ Kapitel beſchriebenen Bauart) in Verbindung geſetzt werden: oder, was noch beſſer iſt, man richtet zwey ſolche Doppelcylinder, jeden mit einem obern Wagbalken, einem einarmigen Hesel, und einer Kurbſtange, wie hier die Zeichnung vorſtellt, dergeſtalt nebeneinander vor, daß die beyden Wagbalken durch zwey, an einer Achſe befindliche, **unter einem rechten Winkel** zuſammen geſtellte, Krummzapfen in Gang geſetzt werden. Hiedurch wird die Bewegung **in's Viertel** getheilt, und die Wirkung der Maſchine eben ſo gleichförmich, als ob 4 Cylinder mit einer vierfachen Kurbel (wie auf der IV^ten^ Kupfertafel) betrieben würden. —

Dieß

Dieß wären dann überhaupt die vorzüglichſten Anordnungen vom Cylindergebläſe, deren man ſich mit beliebigen Abänderungen und Modificationen, welche die Localität, das Maaß der vorhandenen Bewegungskräfte oder der zu erhaltenden Wirkung, und andere Umſtände bey der Ausführung in jedem einzelnen Falle erheiſchen mögen, mit voller Sicherheit wird bedienen können. Eben dieſe Umſtände müſſen auch die Auswahl unter den hier beſchriebenen Vorrichtungen beſtimmen; und es kann daher keine derſelben allgemein als die beſte und vortheilhafteſte empfohlen werden.

Da es übrigens meine Abſicht war, von der großen Menge von Maſchinen dieſer Art, welche ich in England geſehen habe, und wovon kaum zweye ſich einander ganz ähnlich ſind, nur diejenigen zu beſchreiben, deren Anordnung ich nach meiner Einſicht für die beſte und vollkommenſte hielt, und welche wirklich als Muſter zur Nachahmung aufgeſtellt zu werden verdienen; ſo darf ſich Niemand darüber wundern, daß manche Cylindermaſchine, welche in England oder anderswo wirklich ausgeführt und im Gange iſt, hier nicht abgezeichnet und beſchrieben, und dagegen verſchiedene neue Vorrichtungen angegeben ſind, welche, meines Wiſſens, noch nirgends exiſtiren. Denn nicht alles, was geht, geht gut: und Manches, was wirklich gut geht, könnte beſſer gehen. — So habe ich z. B. jene Vorrichtungen (deren man mehrere in England, und auch im Preußiſchen findet) bey welchen die Kurbeln oder Wellfüße, wodurch die Kolbenſtangen bewegt werden, nicht unmittelbar an der Welle des Waſſerrades, ſondern an einer beſondern mit einem Getriebe verſehenen Achſe befeſtigt ſind, welches durch ein größeres, an der Welle des Waſſerrades befindliches Stirnrad umgetrieben wird, hier keiner Beſchreibung gewürdigt, weil dieſe Künſteley, wodurch Halbmechaniker eine Vermehrung an Geſchwindigkeit oder Wirkung zu erhalten ſuchen, in der That eine ganz unnütze Kraftverſchwendung und Complication der Maſchine iſt, und weil man in jedem Falle, auch bey dem langſamſten Umgange eines (ungewöhnlich großen) Rades *) durch eine ſchickliche Anordnung der Verhältniße der Cylinder in ihrer Weite und der Länge der

*) Es iſt hier nur von oberſchlächtigen Rädern, deren Durchmeſſer durch die Höhe des zu benützenden Gefälles beſtimmt wird, die Rede: Die Höhe der unterſchlächtigen Räder, folglich auch ihre Umlaufsgeſchwindigkeit, bleibt bis auf eine gewiſſe Gränze immer willkührlich.

Kolbenhübe bey der einfachſten Conſtruction mit einem gegebenen Kraftmomente dieſelbe, oder vielmehr, wegen verminderter Nebenhinderniße, eine größere Wirkung als durch dergleichen überſetzte Vorrichtungen erhalten kann.

Aus demſelben Grunde habe ich auch der **Schwungräder**, welche man bey einigen Blaſemaſchinen wirklich angewendet hat, abſichtlich nicht erwähnt, weil dieſe Räder überhaupt, wie jeder gründliche Mechaniker weiß, den Effekt einer Maſchine keineswegs vermehren, ſondern vielmehr durch vergrößerte Reibungen, Widerſtand der Luft u. d. gl. wirklich vermindern, und nur in ſolchen Fällen einen wahren Nutzen ſchaffen, wo bey einer an ſich ungleichen Vertheilung der Kraft oder des Widerſtandes keine gleichförmige Bewegung ohne ein Schwungrad erhalten werden kann; dieſer Fall aber bey einer gehörigen Anordnung eines Cylindergebläſes nach den hier gegebenen Vorſchriften nie eintreten kann, beſonders wenn das Waſſerrad ſelbſt, wie ſich gehört, bey einem hinlänglich lebhaften Umlaufe durch ſeinen eigenen Schwung die unvermeidlichen kleinen Ungleichförmigkeiten in der Bewegung hinlänglich aufhebt. —

Die Anwendung einer **Waſſerſäulenmaſchine**, wodurch bey einem ſehr hohen Gefälle ein Cylindergebläſe allerdings mit Vortheil betrieben werden könnte, welche aber, ſo viel ich weiß, bisher noch nirgends verſucht worden iſt, gehört eigentlich nach meinem Plane nicht hieher, weil ich dieſe Maſchine mit verſchiedenen neuen Verbeſſerungen und eigenen Erfindungen nebſt den nützlichſten Anwendungen derſelben in einem beſondern Werke umſtändlich zu beſchreiben mir vorgenommen habe. —

Zweyter Theil.

Theorie

des

engliſchen Cylindergebläſes.

§. 1.

In einem vertikal ſtehenden, vollkommen ausgebohrten, metallnen Cylinder abcd (Fig. 1. VII. Kupfertafel), welcher oben ganz offen, unten aber mit einem Boden verſchloſſen iſt, denke man ſich einen ohne Reibung beweglichen Kolben oder Stempel A, der inwendig allenthalben genau anſchließt. Im Boden des Cylinders ſey eine Oefnung w, und der Kolben ſtehe Anfangs ſo tief im Cylinder, daß er den Boden beynahe berührt. Zieht man nun dieſen Kolben mit einer mäßigen Geſchwindigkeit aufwärts, ſo dringt die äuſſere Luft durch die Oefnung w in den Cylinder, und füllt in jedem Augenblicke der Bewegung den Raum zwiſchen dem Kolben und dem Boden des Cylinders aus. Dennoch wird man dabey einen Widerſtand fühlen, der um deſto beträchtlicher iſt, je ſchneller der Kolben aufgezogen wird, und je kleiner die Oefnung iſt. Dieſer Widerſtand rührt von dem Drucke der Atmosphäre auf die obere Fläche des Kolbens her, und es entſteht hier folgende Aufgabe:

Die Geſchwindigkeit des aufgezogenen Kolbens c, ſeine Oberfläche A, und der Querſchnitt der Bodenöfnung w ſind gegeben; man ſucht die Größe des Druckes, womit die äuſſere Luft der Bewegung des Kolbens widerſteht.

Auflöſung. Man kann ſich den Druck der Atmosphäre als das Gewicht einer gleichförmig dichten unelaſtiſchen Luftſäule vorſtellen, deren Höhe wir k nennen wollen; die Höhe einer Waſſerſäule, die mit dieſer Luftſäule im Gleichgewichte ſteht, ſey h; das Verhältniß der Dichtigkeit der Luft zur Dichtigkeit des Waſſers ſey $\delta : \Delta$, ſo wird

k

$$k : h = \Delta : \delta,$$

alſo $k = h. \frac{\Delta}{\delta}$ ſeyn.

Ferner ſey u die der Höhe k zugehörige Geſchwindigkeit, und g die Beſchleunigung der Schwere; ſo muß, da die Quadrate der Geſchwindigkeiten ſich wie die Höhen verhalten,

$$u^2 : 4gh = k : h = \Delta : \delta,$$

alſo $u^2 = 4gh \frac{\Delta}{\delta}$ ſeyn.

$2\sqrt{gh \frac{\Delta}{\delta}}$ iſt demnach die dem ganzen Druck der Atmosphäre zukommende Geſchwindigkeit, mit welcher nämlich die gemeine Luft in einen vollkommen leeren Raum eindringt. Nun ſey die Geſchwindigkeit, womit die Luft durch die Oefnung w während dem Aufzuge des Kolbens in den Cylinder treten muß, um denſelben beſtändig voll zu erhalten, $= s$, ſo muß $s = c. \frac{A}{w}$ ſeyn; und ſo lange $c. \frac{A}{w} < u$ bleibt, wird in jedem Augenblicke der Bewegung der Raum zwiſchen dem Kolben und dem Boden des Cylinders mit Luft von gemeiner Dichtigkeit angefüllt ſeyn. Obſchon aber nun die Luft unter dem Kolben beſtändig eben ſo dicht als die äuſſere Luft über demſelben iſt, ſo findet doch von oben ein Gegendruck Statt: denn die Luft unter dem Kolben wirkt während der Bewegung desſelben nur in ſofern auf denſelben, als ſie mit der äuſſern Luft durch die Oefnung w zuſammenhängt, und iſt eigentlich nur das Medium, durch welches die äuſſere Luft gegen die untere Fläche des Kolbens wirkt. Dieſer Druck der äuſſern Luft kann aber bey wirklicher Bewegung unmöglich dem ganzen Druck der Atmosphäre gleich ſeyn, da ein Theil des letztern auf die Geſchwindigkeit s, womit die Luft durch die Oefnung w einſtrömmt, verwendet wird: folglich wirkt nur noch der Ueberreſt. Man nenne die der Geſchwindigkeit s zugehörige hydroſtatiſche Höhe y, ſo hat man

$$y : h = s^2 : u^2,$$

und $y = h. \frac{s^2}{u^2}$

Un-

Unten gegen den Kolben aufwärts wirkt alſo ein Druck, welcher gleich iſt dem Gewichte einer Waſſerſäule von der Höhe h — y; von oben hingegen niederwärts übt die Atmosphäre ihren ganzen Druck aus, welcher dem Gewichte einer Waſſerſäule von der Höhe h gleicht. Daher bleibt von oben auf den Kolben ein Druck, der dem Unterſchiede von beyden, oder einer Waſſerſäule gleich iſt, deren Höhe $= h - (h - y) = y$ iſt. Man nenne dieſen Druck p, ſo iſt $p = A. y$, oder wenn β die Anzahl Pfunde heißt, welche ein Kubickfuß Waſſer wiegt,

$$p = A. y. \beta \text{ lb} = A. h. \frac{s^2}{u^2} \beta \text{ lb}.$$

Nun iſt aber $s^2 = c^2 \frac{A^2}{w^2}$

und $u^2 = 4\, gh \frac{\Delta}{\delta}$

daher

$$p = A. \frac{A^2. c^2. \delta}{w^2. 4\, g\, \Delta} \beta \text{ lb}.$$

Nennt man die in einer Sekunde durch die Oefnung w eingezogene Luftmenge M, ſo iſt $M = A. c$, folglich auch

$$p = A. \frac{M^2. \delta}{w^2. 4\, g\, \Delta} \beta \text{ lb}.$$

Dieſer Widerſtand verhält ſich alſo, bey gleichen Luftmengen, umgekehrt wie das Quadrat des Querſchnittes der Oefnung w; und es fließt hieraus die Regel,

daß man bey einer vortheilhaften Einrichtung eines Gebläſes die Oefnungen, durch welche die Luft eingezogen wird, ſo groß, als es die Umſtände erlauben, machen müſſe.

§. 2.

Wenn die Oefnung w mit einer Klappe bedeckt iſt, ſo wird ſich dieſe beym Aufzuge des Kolbens nicht eher öfnen, als bis die Luft im Cylinder zu einem ſolchen

Grade verdünnt iſt, daß der Druck der äuſſern Luft, oder eigentlich das Uebergewicht derſelben, auf die untere Fläche der Klappe dem Gewichte derſelben gleich wird; je ſchwerer nun die Klappe iſt, deſto mehr wird die Dichtigkeit der Luft im Cylinder von der Dichtigkeit der äuſſern abweichen, und deſto weniger wird die Klappe ſich aufrichten. Das Gewicht der Klappe verurſacht demnach beym Aufziehen des Kolbens einen doppelten Widerſtand, einmal indem es eine merkliche Verdünnung der Luft über derſelben bewirkt, und dann weil hiedurch die eigentliche Oefnung, durch welche die Luft eindringt, verkleinert wird. Die genaue Beſtimmung dieſes Widerſtandes würde hier auf Rechnungen führen, die ziemlich verwickelt, im Grunde aber doch ganz entbehrlich ſind, da man denſelben durch hinlängliche Erweiterung der Ventilöfnung, und ein an der Klappe über ihr Gelenk hinaus angebrachtes Gegengewicht willkührlich vermindern kann. Bey einer ſolchen Einrichtung wird man der Wahrheit ziemlich nahe kommen, wenn man überhaupt die Sache ſo betrachtet, als wenn gar keine Klappe vorhanden, die Ventilöfnung aber nur den vierten Theil ſo groß wäre, als ſie wirklich iſt. Heißt daher die ganze Weite dieſer Oefnung w, ſo hat man allgemein, mit Rückſicht auf das Gewicht der Klappe, und die davon herrührende Verdünnung,

$$p = A.\ \frac{A^2}{w^2.}\frac{c^2\ \delta}{g\ \Delta}\ \beta$$

$$= A.\ \frac{M^2}{g\Delta \cdot}\frac{\delta}{w^2}\ \beta$$

§. 3.

Wenn bey der Anlage eines Cylindergebläſes alles auf das vortheilhafteſte eingerichtet werden ſoll, ſo entſteht die Frage, wie groß die Ventilöfnung gemacht werden müſſe, damit der im vorigen §. beſtimmte Widerſtand ganz unbedeutend ausfalle? — Wenn man den Bruch $\frac{A^2.\ c^2\ \delta}{w^2.g.\ \Delta} = \frac{1}{25}$ ſetzt, ſo kömmt für p auf jeden Quadratfuß des Kolbens gegen 2 ℔; welches bey einer großen Maſchine im Vergleich mit der eigentlichen Laſt unmerklich iſt; und hieraus ergiebt ſich

w

$$w = \sqrt{\frac{25\, A^2.\, c^2.\, \delta}{g\, \Delta}} = A.\, c.\, 5.\, \sqrt{\frac{\delta}{g\, \Delta}}$$

Seʒt man Kürze halber $g = 16$, und $\frac{\delta}{\Delta} = \frac{1}{800}$, ſo hat man allgemein

$$w = 5\, A.\, c.\, \sqrt{\frac{1}{12800}} = A.\, c.\, \sqrt{\frac{25}{12800}}$$

$$= A\,.\, c.\, \sqrt{\frac{1}{512}} = A.\, c.\, \frac{1}{22{,}6};$$

wofür man mit Sicherheit

$$w = \frac{1}{22}\, A.\, c = \frac{1}{22}.\, M$$

nehmen kann. *)

§. 4.

Die Erfahrung zeigt, daß währendem Aufzuge des Kolbens (obgleich derſelbe mit einer gleichförmigen Geſchwindigkeit ununterbrochen bewegt wird) die Klappen, durch welche die Luft in den Cylinder eindringt, nicht, wie man erwarten ſollte, unbeweglich aufgerichtet ſtehen, ſondern in beſtändig fächelnder Bewegung bald offen, bald zu ſind. Die Urſache von dieſer Erſcheinung iſt wohl keine andere als dieſe: in dem erſten Momente der Bewegung des Kolbens wird die Luft über der Klappe verdünnt, daher wird ſelbe plötzlich von der äuſſern Luft aufgeſtoſſen. Da aber, eben wegen dieſer Verdünnung, zugleich auf einmal ſo viel Luft in den Cylinder dringt, daß ſie den ganzen Raum plötzlich ausfüllt, ſo wird auf einen Augenblick das Gleichgewicht wieder hergeſtellt, und die Klappe fällt zu. Allein da der Kolben zu ſteigen fortfährt, ſo entſteht gleich darauf eine neue Verdünnung, die Klappe öfnet ſich wieder, und

*) Man thut indeſſen wohl daran, die Ventilöfnungen noch größer als nach der gegenwärtigen Formel zu machen, und ſtatt einer Klappe in jedem Cylinder oder Kolben zwey derſelben anzubringen; beſonders da auch derjenige Widerſtand, welcher von der ſchiefen Richtung des unter der Klappe eindringenden Luftſtrahls entſteht, mit in Anſchlag zu bringen ſeyn dürfte. —

ſo wechſelt das Oefnen und Zufallen derſelben in gleichförmigen Zeittheilchen beſtändig fort, ſo lange der Kolben aufwärts gezogen wird.

§. 5.

Wenn der Weg, welchen der Kolben bey ſeinem Aufzuge im Cylinder von ſeinem niedrigſten bis zum höchſten Stande zurücklegt, oder die Länge des Kolbenhubes b, ſeine Oberfläche, oder der Querſchnitt des Cylinders A heißt, ſo wäre die auf einen Hub in den Cylinder gezogene Menge Luft von natürlicher Dichte = A. b, wenn wegen der Schwere der Klappe keine Verdünnung Statt fände. Wegen des hier bemerkten Umſtandes iſt aber die wirklich eingezogene Luftmenge am Ende des Hubes etwas kleiner. Der Unterſchied wird indeſſen, wenn anders die Ventilöfnung weit genug, und die Klappe nicht zu ſchwer iſt, ſo unbedeutend ſeyn, daß man ſelben in der Rechnung vernachläßigen, und ohne merklichen Fehler die auf jeden Kolbenhub eingezogene Luftmenge = A. b ſetzen kann.

§. 6.

Das bisher Vorgetragene betrifft den Aufzug des Kolbens, oder den einſaugenden Hub; ich ſchreite nunmehr zur Berechnung der eigentlichen Laſt oder desjenigen Widerſtandes, womit die durch den niedergehenden Kolben im Cylinder zuſammengedrückte Luft demſelben entgegen wirkt. Denn da es die Abſicht erfodert, eine gewiſſe Menge Luft durch eine kleine Oefnung mit beträchtlicher Geſchwindigkeit auszutreiben, ſo iſt hiezu ein verhältnißmäßiger Grad von Verdichtung nothwendig. Es ſey nun

v die Geſchwindigkeit, womit die zuſammengepreßte Luft durch die kleine Oefnung ausſtrömt;

δ die Dichtigkeit der gemeinen Luft;

m δ Dichtigkeit der im Cylinder zuſammengedrückten Luft;

h Die Höhe einer Waſſerſäule, welche mit dem Druck der Atmosphäre im Gleichgewichte ſteht.

h + z Höhe einer Waſſerſäule, die mit der verdichteten Luft das Gleichgewicht hält;

ſo iſt

$$m\,\delta : \delta = h + z : h$$

alſo

$$m = \frac{h + z}{h} \text{ und } z = h\,(m - 1)$$

Das Verhältniß der Dichtigkeit der gemeinen Luft zu jener des Waſſers ſey wieder $\delta : \Delta$; ferner ſey λ die Geſchwindigkeit, die ein ſchwerer Körper erhält, indem er von der Höhe h + z herunter fällt. Nun kann man ſich den Druck der zuſammengepreßten Luft im Cylinder als das Gewicht einer Säule eines durchaus gleichförmigen, folglich unelaſtiſchen Fluidums vorſtellen, deſſen Dichte $= m\,\delta$, und deſſen Höhe $= y$ iſt. Soll daher dieſes Fluidum (die verdichtete Luft) mit der Waſſerſäule h + z im Gleichgewichte ſtehen, ſo muß

$$y : h + z = \Delta : m\,\delta,$$

und $y = (h + z)\frac{\Delta}{m\,\delta}$ ſeyn.

Die der Höhe y zugehörige Geſchwindigkeit ſey φ; ſo wird, da ſich die Höhen wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten verhalten,

$$y : h + z = \varphi^2 : \lambda^2$$

folglich $\varphi^2 : \lambda^2 = \Delta : m\,\delta$,

und $\varphi^2 = \lambda^2 \frac{\Delta}{m\,\delta}$ ſeyn.

Es iſt aber $\lambda^2 = 4\,g\,(h + z)$,

daher $\varphi^2 = 4\,g\,(h + z)\frac{\Delta}{m\,\delta}$,

und, weil $h + z = m\,h$,

$$\varphi^2 = 4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta},$$

$\varphi = 2\sqrt{g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}}) = 1285$ Fuß iſt; demnach die Geſchwindigkeit, mit welcher die verdichtete Luft in einen reinen leeren Raum eindringen würde, und eben dieſelbe, welche dem ganzen Druck der Atmosphäre zukömmt. (§. 1.) Hieraus folgt der Satz:

Die Geſchwindigkeit, mit welcher verdichtete Luft in einen vollkommen leeren Raum dringt, iſt für alle möglichen Grade von Verdichtung vollkommen gleich, und eben dieſelbe, mit welcher gemeine Luft von natürlicher Dichte in einen reinen leeren Raum in dem erſten Augenblicke eindringt, nämlich 1285 Fuß in jeder Sekunde.

Nun ſcheint es zwar auf den erſten Anblick etwas ſonderbar, daß Luft, die zu irgend einem Grade verdichtet iſt, mit keiner größern Geſchwindigkeit in einen leeren Raum ſtrömen ſollte, als dünnere, oder gemeine Luft; allein es iſt doch der Natur der Sache vollkommen gemäß, und aller Anſchein eines Widerſpruches verſchwindet gänzlich, wenn man bedenkt, daß die ausſtrömende Luft in dem einen Falle ein wirklich dichteres Fluidum iſt als im andern, und daß alſo die Momente oder Wirkungen in beyden Fällen dennoch verſchieden ſind, und ſich gerade wie die Dichtigkeiten oder zuſammendrückenden Kräfte verhalten. Auch wird in dem einen Falle m mal ſo viel Luft von gemeiner Dichte in derſelben Zeit ausſtrömen, als im andern. Die Richtigkeit dieſes Satzes fließt auch ſchon unmittelbar aus dem obigen Verhältniße:

$$y : h + z = \Delta : m\,\delta;$$

denn es iſt $h + z = m\,h$, folglich

$$y = m\,h.\frac{\Delta}{m\,\delta} = h.\frac{\Delta}{\delta} = \lambda. \text{ (§. 1.)}$$

Da alſo die Höhen beyder Luftſäulen gleich ſind, ſo gehört ihnen auch einerley Geſchwindigkeit zu, ihre Dichtigkeiten mögen ſo verſchieden ſeyn, als man will. So wie z. B. Queckſilber durch eine Oefnung am Boden eines Gefäſſes, über welchem es 12 Zoll hoch ſteht, mit derſelben Geſchwindigkeit auslaufen wird als Waſſer, oder jede andere Flüßigkeit, welche gleich hoch in demſelben Gefäße ſtünde.

§. 7.

§. 7.

$2\sqrt{gh\frac{\Delta}{\delta}}$) wäre demnach die Geſchwindigkeit, mit welcher die verdichtete Luft aus dem Cylinder blaſen würde, wenn der Raum auſſer demſelben vollkommen luftleer wäre: allein da die atmosphäriſche Luft denſelben allenthalben umgiebt, und dem herausfahrenden Luftſtrahle mit ihrem ganzen Drucke entgegen wirkt, ſo muß offenbar ein Theil jener Kraft erſt darauf verwendet werden, dieſen Gegendruck zu tilgen; und die eigentliche Geſchwindigkeit, mit welcher die verdichtete Luft in die atmosphäriſche wirklich ausblaſet, wird diejenige ſeyn, welche dem Uebergewichte von beyden zukömmt. Man kann ſich nämlich den Druck der Atmosphäre, und jenen der im Cylinder verdichteten Luft als zwey ſchwere, durchaus gleichförmig dichte, unelaſtiſche, dabey gleich hohe Luftſäulen denken, deren aber jede von verſchiedener Dichtigkeit oder ſpezifiſcher Schwere iſt. Beyde laſſen ſich alſo füglich als zwey unelaſtiſche tropfbare Flüßigkeiten, deren Dichtigkeiten δ und $m\delta$ ſind, vorſtellen, welche in zweyen ſenkrechten, durch eine gemeinſchaftliche Mündung a (VII^te^ Kupfertafel Fig. 2) verbundenen Röhren oder Gefäßen ABCD und MNOP gleich hoch ſtehen. In dieſem Falle muß nun offenbar ein Theil des Fluidums $m\delta$ erſt das Gleichgewicht mit dem dünnern Fluido δ herſtellen, ehe das erſte dem letztern entgegen ſtrömen kann. Dieſer Theil ſey fgqi, und die ganze Höhe qa heiße = y, die Höhe qi aber x; ſo wird (da ſich die Höhen gleich drückender Flüßigkeiten wie ihre Dichtigkeiten verhalten)

$$x : y = \delta : m\,\delta;$$

folglich $x = \frac{y}{m}$ ſeyn. Die Sache wird ſich nun eben ſo verhalten, als ob das Gefäß ABCD mit einer Flüßigkeit von gleicher Dichte, mit jener in dem Gefäſſe MNOP aber nur auf die Höhe x angefüllt wäre; oder, was gleichviel iſt, als ob das Gefäß ABCD ganz leer, das andere aber mit dem Fluido $m\delta$ über der Oefnung a auf die ſenkrechte Höhe $ia = y - x$ angefüllt wäre. Die wahre Geſchwindigkeit, mit welcher das dichtere Fluidum in das dünnere, oder die verdichtete Luft in die atmosphäriſche überſtrömen wird, iſt daher

$$v = 2\sqrt{g(y-x)}$$

$$= 2\sqrt{g(y-\frac{y}{m}} = 2\sqrt{gy\,(1-\frac{1}{m})}$$

woraus

$$m = \frac{4\,g\,y}{4\,g\,y - v^2}$$

folgt; und da (nach §. 1. und §. 6.) $y = k = h.\frac{\Delta}{\delta}$ iſt, ſo wird

$$m = \frac{4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}}{4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta} - v^2}$$

und $v = 2\sqrt{g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}(1-\frac{1}{m})}$

§. 8.

Weil nun (nach §. 6.) $z = h\,(m-1)$ iſt, ſo wird auch

$$z = h\left\{\frac{4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}}{4gh\,\frac{\Delta}{\delta} - v^2} - 1\right\}$$

$$= h.\,\frac{v^2}{4gh\frac{\Delta}{\delta} - v^2}$$

und $v = 2\sqrt{g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}\,(\frac{z}{h+z})}$.

Oben auf den niedergehenden Kolben drückt nun die Atmosphäre gleich einer Waſſerſäule von der Höhe h; von unten entgegen die verdichtete Luft gleich einer Waſ- ſer-

ſerſäule von der Höhe $h + z$. Der eigentliche Widerſtand iſt daher dem Gewichte einer Waſſerſäule von der Höhe $h + z - h = z$ gleich.

Heißt dieſer Widerſtand P, die Fläche des Kolbens A, ſo hat man, im Beharrungsſtande,

$$P = A.\, z,$$

und, durch Subſtitution obiger Werthe von z,

$$\left.\begin{aligned} P &= A.\, h\,(m-1) \\ &= A.\, h \frac{v^2}{4gh\frac{\Delta}{\delta} - v^2} \end{aligned}\right\} \text{in Kubikfuſſen Waſſer ausgedrückt.}$$

§. 9.

Setzt man, nach Rheinländiſchem Maße, $h = 33'$, *) $g = 15,625$, und $\frac{\delta}{\Delta} = \frac{1}{800}$, ſo erhält man allgemein für m, z, v, und P folgende Ausdrücke:

$$m = \frac{1650000}{1650000 - v^2};$$

$$z = \frac{v^2}{1650000 - v^2};$$

$$v = 1284,5 \sqrt{\frac{m-1}{m}});$$

$$\text{oder } v = 1284,5 \sqrt{\frac{z}{33+z}});$$

$$\text{und } P = A.\, \frac{33\, v^2}{1650000 - v^2}.$$

§. 10.

*) Da die Größe h nach dem Stande des Queckſilbers im Barometer beſtändigen Veränderungen unterworfen iſt, ſo wären im ſtrengſten Sinne auch dieſe Formeln nach dem jedesmaligen Stande von h zu beſtimmen. Doch kann dieſer Umſtand um ſo eher vernachläßigt, und der mittlere Stand von h als unveränderlich angenommen werden, als auch der Werth von δ in demſelben Verhältniſſe ab- und zunimmt, folglich die Veränderungen dieſer beyden Größen ſich gewiſſermaſſen wechſelweiſe aufheben.

§. 10.

Die letzten Formeln von m und z (§§. 7 und 8.) zeigen, daß ſich v^2 an $4gh\frac{\Delta}{\delta}$, das iſt: v an u (§ 1.) zwar unendlich nähern, aber demſelben doch nie gleich werden könne: denn in dieſem Falle würde

$$m = \frac{4gh\frac{\Delta}{\delta}}{0} = \infty,$$

$$\text{und auch } z = h.\frac{v^2}{0} = \infty,$$

welches unmöglich iſt. Es iſt nämlich, nach obiger Beſtimmung von $4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}$ in rheinländiſchem Maße, die größtmögliche Geſchwindigkeit, mit welcher Luft von irgend einer Dichte in einen ganz leeren Raum dringt, u = 1284 ½ Fuß in der Sekunde. Wenn nun verdichtete Luft in einen mit gemeiner Luft erfüllten Raum mit einer Geſchwindigkeit von 1284′ ausſtröhmen ſollte, ſo müßte m = 1227, d. i. die zuſammengepreßte Luft müßte ſchon beynahe zweymal dichter ſeyn als Waſſer, und die Waſſerſäule, welche der Luft in einem ſolchen Zuſtande von Verdichtung (wenn er möglich wäre) das Gleichgewicht hielte, müßte 40458 Fuß hoch ſeyn. — Hieraus fließt folgender für die Pnevmatik äußerſt wichtiger Satz:

Die Luft kann nie (auch wenn ihre Elaſtizität und die Feſtigkeit der Gefäße keine Gränzen hätte) zu einem ſolchen Grade verdichtet werden, daß die Geſchwindigkeit, mit welcher ſie durch eine Oefnung aus einem verſchloſſenen Gefäße ausſtrömt, welches mit gemeiner Luft umgeben iſt, ſo groß würde, als diejenige Geſchwindigkeit, mit welcher gemeine Luft in einen reinen leeren Raum dringt.

§. 11.

Wenn die Oefnung, durch welche die Luft aus dem Cylinder gedrückt wird, mit einer Klappe verſchloſſen iſt, welche ſich nicht eher öfnet, als bis die Luft in demſelben auf einen gewiſſen Grad verdichtet iſt (wie bey dem engliſchen Cylinder-Gebläſe der Fall iſt), ſo frägt ſich:

Wel-

Welchen Weg muß der Kolben im Cylinder zurücklegen, ehe die Dichte der von ihm zuſammengedrückten Luft zum Beharrungsſtande kömmt? —

Es ſey die anfängliche Entfernung des Kolbens (in ſeinem höchſten Stande, wenn er von oben niederwärts, oder in ſeinem tiefſten, wenn er von unten aufwärts gedrückt wird) vom Boden oder Deckel des Cylinders = l; der geſuchte Weg = x; ſo iſt (weil ſich die Dichtigkeiten verkehrt verhalten wie die Räume) $l : l - x = m\,\delta : \delta$,

alſo $l - x = \frac{l}{m}$,

und $x = l\left(1 - \frac{1}{m}\right)$

und, weil $m = \frac{h + z}{h}$ iſt (§. 6.)

$$x = l.\ \frac{z}{h + z}.$$

Vom Anfange der Bewegung nimmt daher, wegen der beſtändig zunehmenden Dichte der allmählig zuſammen gedrückten Luft, der Widerſtand gegen den Kolben immer zu; und ſeine Geſchwindigkeit, falls die wirkende Kraft zu den abſoluten oder unveränderlichen gehört, muß ohngefähr in demſelben Maße verzögert werden, als ſolche ohne dieſen Widerſtand, beſchleunigt würde. Die Bewegung wird alſo gleich vom Anfange beynahe gleichförmig, von dem Augenblicke aber, da der Kolben den Weg x zurückgelegt hat, und die Klappe geöfnet iſt, ganz gleichförmig ſeyn, und der Kolben wird alsdann bis zum Ende ſeines Hubes mit einer unveränderlichen Geſchwindigkeit niedergehen, welche ſich zur Geſchwindigkeit der durch die Oefnung ausſtrömenden verdichteten Luft verhält, wie der Querſchnitt dieſer Oefnung zur Fläche des Kolbens. Heißt die Geſchwindigkeit des letztern c, der ausſtrömenden Luft v; die Fläche der Oefnung f, des Kolbens A, ſo iſt nunmehr, bis ans Ende des Hubes

$$c = v.\ \frac{f}{A},$$

und $v = c.\ \frac{A}{f}$.

§. 12.

Die letztern Formeln gründen ſich auf die Vorausſetzung, daß die verdichtete Luft aus dem Cylinder durch die Klappe unmittelbar in die atmosphäriſche überſtrömt. Da indeſſen (nach der oben beſchriebenen Einrichtung der engliſchen Blaſemaſchinen) die Luft aus den Cylindern entweder in eine gemeinſchaftliche geräumige Windleitung, oder in einen Regulator, folglich allemal in einen Raum getrieben wird, der, im Beharrungsſtande, ſchon mit Luft von der Dichte m δ angefüllt iſt, ſo entſteht hier folgende Aufgabe:

Die beſtändige Dichte m δ der zuſammengedrückten Luft im Gefäße B (Fig. 3.) iſt bekannt, ingleichen die Fläche des Kolbens A, die Weite der Oefnung f, durch welche die Luft aus dem Cylinder in den Behälter B gedrückt wird, und die Weite der Oefnung a, durch welche ſie aus letzterm mit der unveränderlichen Geſchwindigkeit v ausbläſet. Man ſoll, für den Beharrungsſtand, den Widerſtand gegen den niedergehenden Kolben A beſtimmen.

Auflöſung. Es iſt natürlich, daß die Luft im Cylinder dichter ſeyn muß, als im Behälter, da ſie durch die Oefnung f in ein Medium bläßt, deſſen Dichte ſchon m δ iſt. Die Dichte in A ſey alſo $\mu\,\delta > m\,\delta$; die Geſchwindigkeit im Durchgange durch f ſey u; ſo muß, wenn die Dichte in B während der Bewegung des Kolbens dieſelbe bleiben ſoll, die durch die kleine Oefnung a ausſtrömende Luft in jedem Augenblicke durch eine gleiche Menge aus dem Cylinder durch f erſetzt werden. Da nun die Dichten und Oefnungen verſchieden ſind, ſo kann dieſe Bedingung nicht anders erfüllt werden, als wenn $u : v = a . m\delta : f\mu\,\delta$, folglich $u = v . \frac{a\,m}{f\mu}$ iſt; daher wird

$$\mu = m . \frac{a\,v}{f.\,u.}.$$

Man kann nun dieſen Fall wieder ſo wie jenen (§. 7) betrachten, indem auch hier ein dichteres Fluidum $\mu\,\delta$ in ein dünners m δ überfließt. Die Dichte des letztern iſt bekannt: man ſucht die Dichte des erſtern. — Nennt man, wie dort, die Höhe einer

einer gleichförmigen Luftſäule von der Dichte $\mu\,\delta$, welche mit der ganzen Luftſäule y. md das Gleichgewicht hält, x, ſo wird auch hier

$$x : y = m\delta : \mu\delta,$$

und $x = y. \frac{m}{\mu}$ ſeyn.

Die Geſchwindigkeit, mit welcher die Luft aus A nach B überſtrömt, wird daher der Höhe y — x zugehören, und es wird

$$u = 2\sqrt{g(y - x)} = 2\sqrt{gy(1 - \frac{m}{\mu})}$$

ſeyn. Setzt man dieſen Ausdruck für u in obige Gleichung $\mu = m. \frac{a.\ v'}{f.\ u.}$, ſo ergiebt ſich:

$$\mu = m. \frac{a.\ v}{2f\sqrt{gy(1 - \frac{m}{\mu})}}$$

$$\mu. \sqrt{1 - \frac{m}{\mu})} = m. \frac{a.\ v}{2\ f. \sqrt{y\ g)}},$$

oder $\sqrt{\mu^2 - m\,\mu)} = m. \frac{a.\ v}{2\ f. \sqrt{g.y)}}$

eine Gleichung vom zweyten Grade, woraus man

$$\mu = \frac{1}{2}\ m \left[1 + \sqrt{1 + \frac{a^2.\ v^2}{gy.\ f^2}})\right]$$

findet *). Es iſt aber (nach §. 7.)

$$m = \frac{4gy}{4gy - v^2};$$

Folg-

---

*) Es iſt nämlich

$$\mu^2 - m\,\mu = m^2. \frac{a^2.\ v^2}{4f^2.\ gy}$$

Das Quadrat ergänzt:

$$\mu^2 - m\,\mu + \frac{1}{4}\ m^2 = m^2. \frac{a^2.\ v^2}{4gy.\ f^2} + \frac{1}{4}\ m^2.$$

Aus-

Folglich

$$\mu = \frac{2\,g\,y}{4\,g\,y - v^2}\left[1 + \sqrt{1 + \frac{a^2.\ v^2}{g\,y.\ f^2}}\ \right]$$

und, weil $y = h.\ \frac{\Delta}{\delta}$ iſt, (§. 6)

$$\mu = \frac{2\ g\ h\ \frac{\Delta}{\delta}}{4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta} - v^2}\left[1 + \sqrt{\frac{a^2.\ v^2.\ \delta}{g.\ h.\ f^2.\ \Delta} + 1}\ \right].$$

Heißt jetzt der Widerſtand gegen den niedergehenden Kolben wieder P (in Kubikfuſſen Waſſer ausgedrückt) ſo iſt

$$P = A.\ h\ (\mu - 1)\ \text{(ſiehe §. 8.)}$$

und, nach den gehörigen Verſetzungen,

$$P = A\,h.\left\{\frac{v^2 + 2\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}\left[\sqrt{\frac{a^2.\ v^2.\ \delta}{g\,h.\ f^2.\ \Delta} + 1} - 1\right]}{4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta} - v^2}\right\}$$

oder, wenn c die Geſchwindigkeit des Kolbens im Beharrungsſtand iſt,

$$P = A\,h.\left\{\frac{c^2.\ \frac{A^2}{a^2} + 2\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}\left[\sqrt{\frac{c^2.\ A^2.\ \delta}{g.\ h\ f^2.\ \Delta} + 1} - 1\right]}{4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta} - c^2.\ \frac{A^2}{a^2}}\right\}$$

§. 10.

Aus beyden Theilen die Wurzel ausgezogen:

$$\mu - \frac{1}{2}\,m = \pm\sqrt{\frac{1}{4}\,m^2\left(\frac{a^2.\ v^2}{g.\ y.\ f^2} + 1\right)}$$

$$\mu = \frac{1}{2}\,m \pm \frac{1}{2}\,m\sqrt{1 + \frac{a^2.\ v^2}{g\ y.\ f^2}}$$

Man ſieht, daß hier das poſitive Zeichen vor der Wurzel-Größe gelten muß: folglich wird

$$\mu = \frac{1}{2}\,m\left[1 + \sqrt{1 + \frac{a^2.\ v^2}{g\,y.\ f^2}}\ \right]$$

§. 13.

Aus dem letzten §. erhellet, daß der Unterſchied zwiſchen der Dichte der Luft im Cylinder und jener im Regulator deſto beträchtlicher ſeyn muß, je kleiner die Oefnung f iſt; und es gehört daher zur Vollkommenheit der Maſchine, dieſe Oefnung ſo weit zu machen, daß der davon herrührende Widerſtand ſo unbedeutend als möglich werde. Wie ſehr beträchtlich dieſer Widerſtand werden kann, wenn man jene Oefnung zu klein macht, ſoll folgendes Beyſpiel zeigen: Es ſey die Geſchwindigkeit, mit welcher die verdichtete Luft beſtändig durch das Blaſerohr ausſtrömt, oder v = 400 Fuß, ſo wird (wenn man, nach Rheinländiſchem Maaße, g = 15,625; h = 33, die natürliche Dichte der gemeinen Luft = 1, und $\frac{\delta}{\Delta} = \frac{1}{800}$ ſetzt) die Dichte der Luft im Behälter, oder m = 1,11034 ſeyn. Nun ſey der Querſchnitt der Oeffnung, durch welche die Luft aus dem Cylinder in den Behälter überſtrömt, oder f = a; ſo wird (nach dem vorhergehenden §) die Dichte der Luft in B, oder

$$\mu = \frac{1}{2} m \left[1 + \sqrt{1 + \frac{400 . 400}{421500})} \right]$$

$$= \frac{1}{2} m \left(1 + \frac{2391}{2029}\right) = 1,08206 . m,$$

Die der Dichte m δ entſprechende Waſſerſäule iſt nun

$$z = 33 \, (1,11034 - 1) = 33 . 0,11034$$
$$= 3,64 \text{ Fuß hoch.}$$

Die Höhe der Waſſerſäule hingegen, welche dem Druck der Dichte $\mu\,\delta$ entſpricht, und welche wir z′ nennen wollen,

$$= 33 \, (1,201455 - 1) = 33 . 0,201455$$
$$= 6,648 \text{ Fuß.}$$

Der Widerſtand wird demnach in dieſem Falle ſchon beynahe doppelt ſo groß, als wenn dieſelbe Menge Luft mit derſelben Geſchwindigkeit unmittelbar aus dem Cylinder ausgeblaſen würde *)

§. 14.

---

*) Aus dieſer Berechnung erhellet die unnütze Kraftverſchwendung auf einer mir bekannten preußiſchen Eiſenhütte, wo man drey gewöhnliche hölzerne Bälge mit ihren engen Düſen in einen gemeinſchaftlichen Waſſer = Regulator blaſen ließ. —

§. 14.

Es entſteht nunmehr die Frage:

Wie groß muß die Oefnung f gemacht werden, wenn der aus dem Durchgange der Luft durch dieſelbe herrührende Widerſtand ſo unbedeutend werden ſoll, daß man ſolchen in der Rechnung ohne merklichen Fehler vernachläßigen kann?

Es iſt $\mu : m = \frac{1}{2} m. \left[1 + \sqrt{1 + \frac{v^2 . a^2}{g. y. f^2}}\right] : m$

$$= 1 + \sqrt{1 + \frac{v^2 . a^2}{g. y. f^2}}) : 2.$$

Sollte daher $\mu = m$ ſeyn, ſo müßte der Bruch $\frac{v^2 . a^2}{g. y. f^2}$ ganz verſchwinden. Dieß kann freylich nicht anders geſchehen, als wenn v, oder a = o wird, d. i. wenn gar keine Bewegung Statt findet. Für dieſen Fall alſo würde die Dichte der Luft in beyden Gefäßen A und B vollkommen gleich ſeyn, die Oefnung f wäre ſo groß, oder ſo klein, als man will. Allein, wenn eine wirkliche Bewegung erfolgen ſoll, ſo müſſen v und a beſtimmte Größen ſeyn, und es kann der Werth des Bruches $\frac{v^2 . a^2}{g. y. f^2}$ nur durch die Größe f verändert werden. Ganz würde er verſchwinden, wenn $f = \infty$ wäre: Da aber dieſes nicht möglich iſt, ſo muß f wenigſtens ſo groß gemacht werden, daß der Nenner ein beträchtliches Verhältniß zum Zähler bekömmt. Man ſetze z. B.

$$\frac{v^2 . a^2}{g. y. f^2} = \frac{1}{1000},$$

ſo wird

$$\sqrt{1 + \frac{v^2 . a^2}{g. y. f^2}}) = \sqrt{1{,}001}) = 1{,}0005,$$

und

$$\mu = \frac{1}{2} m (1 + 1{,}0005) = 1{,}0002. m,$$

folglich nur um $\frac{2}{10000}$ oder $\frac{1}{5000}$ von m verſchieden, welches gänzlich unbedeutend

iſt

iſt, und die drückende Waſſerſäule z höchſtens um ein Par Zoll vermehrt. Wir haben daher einen Grundſaz, nach welchem die Weite der Oefnung f für jeden Fall beſtimmt werden kann, wenn die Größen v und a gegeben ſind. Es wird nämlich

$$f^2 = 1000. \frac{v^2 . a^2}{g . y} = v^2 . a^2 . \frac{1000}{412500}$$

$$= \frac{v^2 \ a^2}{412,5} \text{; und } f = \frac{v. \ a}{20,28} \text{, oder}$$

gerade $f = \frac{1}{20} . v. a.$

§. 15.

Weil die Oefnung f, durch welche die zuſammengedrückte Luft aus dem Cylinder in die Windleitung, oder in den Regulator dringt, mit einer Klappe bedeckt ſeyn muß, welche ſchwer iſt, und welcher man nur einen geringen Hub geſtatten kann (weil ſolche ſonſt nicht ſchnell genug zufallen, ſohin beym Wechſel des Kolbenſpieles Etwas Luft aus dem Behälter in den Cylinder zurück tretten würde), ſo darf, wegen dieſer doppelten Verengerung, nicht die ganze Ventilöfnung, ſondern höchſtens nur der vierte Theil derſelben in Anſchlag gebracht werden; und es muß daher, wenn die ganze Weite dieſer Oefnung = f iſt, der Flächengehalt derſelben viermal größer, oder $f = \frac{4}{20} . v. a = 0,2. v. a$ ſeyn, wenn der von dem Durchgange der Luft durch dieſe Klappe entſtehende Widerſtand ſo unbedeutend werden ſoll, daß man ſelben in der Rechnung vernachläßigen darf. Sonſt wird wegen dieſem Umſtande

$$P = A. h \left\{ \frac{v^2 + 2 g h. \frac{\Delta}{\delta} \left(\sqrt{\frac{4 a^2 . v^2 . \delta}{g. h. f^2 \Delta} + 1} \right) - 1)}{4 g h \frac{\Delta}{\delta} - v^2} \right\}$$

§. 16.

Die Theorie des Regulators mit dem ſchwebenden Kolben beruhet auf ſehr einfachen Grundſätzen: es kömmt nämlich nur darauf an, daß der belaſtete Kolben während der Zeit, da die Luft aus dem Blaſecylinder in den Regulator eindringt, von dem Ueberſchuſſe derſelben gerade ſo hoch gehoben wird, als er binnen der Zeit des Rückzuges jenes Kolbens im Blaſecylinder niederſinkt, damit durch die Oefnung des Blaſerohrs in beyden Zeiten gleich viel Luft ausſtröme; und da überdieß die Geſchwindigkeit des Luftſtrahles, folglich auch die Dichte der Luft unter dem ſchwebenden Kolben immer dieſelbe bleiben ſoll *), ſo muß der Hub des Kolbens im Blaſecylinder in demſelben Augenblicke, oder vielmehr etwas früher beginnen, als der ſchwebende Kolben ſeine tiefſte Stelle erreicht hat. Hub und Rückzug des Kolbens müſſen daher in gleichen Zeiträumen aufeinander folgen, und der Regulator eine ſolche Weite erhalten, daß der Inhalt ſeines Kolbenhubes Etwas größer als die Hälfte von jenem des Blaſecylinders werde.

Weil übrigens die Bewegung des belaſteten Kolbens im Regulator, als einer trägen Maſſe, beym Wechſel eines jeden Hubes nicht plötzlich verändert werden kann, ſondern nach den Geſetzen der Beſchleunigung erfolgt, ſo muß natürlicher Weiſe jedesmal einige Zeit darauf gehen, ſein Moment erſt zu tilgen, ehe ſelbem eine gewiſſe Geſchwindigkeit nach entgegengeſetzter Richtung mitgetheilt werden kann. So muß dieſer Kolben z. B. vermöge ſeiner Trägheit auch dann noch einen Augenblick zu ſteigen fortfahren, wenn ſchon die Klappe zwiſchen dem Cylinder und Regulator geſchloſſen iſt, und aller Zufluß aus dem erſtern in den letztern gänzlich aufgehört hat. Indeſſen

nimmt

*) Da beym Hube des Kolbens im Blaſecylinder durch die in den Regulator überſtrömende Luft nicht nur die Laſt des ſchwebenden Kolbens, ſondern auch ſeine Reibung an den Wänden des Regulators überwunden, beym Niederſinken dieſes Kolbens hingegen ein Theil ſeiner Laſt auf die Ueberwindung dieſer Reibung verwendet werden muß, ſo iſt klar, daß die Luft im Regulator im erſten Zeitraume Etwas mehr zuſammengedrückt ſeyn müſſe als im letztern. Weil indeſſen der Widerſtand dieſer Reibung, wenn die Cylinder genau ausgebohrt, und die Kolben zweckmäßig, und nicht zu ſcharf geliedert ſind, ſehr unbedeutend iſt, ſo kann man den von dieſem Umſtande herrührenden Unterſchied, welcher der doppelten Reibung entſpricht, in der Rechnung ohne merklichen Fehler vernachläßigen, und die Verdichtung und Geſchwindigkeit des ausſtrömenden Windes als ganz gleichförmig betrachten.

nimmt die Dichte der Luft im Regulator (deren Maſſe ganz unbedeutend iſt) ſchon in dem Augenblicke ab, da jene Klappe zufällt, und ſie wird, da das Ausſtrömen derſelben durch die Mündung des Blaſerohrs beſtändig fortfährt, bald ſo ſehr verdünnt, daß der ſchwere Kolben, noch ehe er ſeinen Rückzug beginnt, ein beträchtliches Uebergewicht erhält. Er fällt alſo mit Einemmal mit einer merklich beſchleunigten Geſchwindigkeit einige Zolle, bis die durch einen ſolchen Schlag plötzlich in einen engern Raum gepreßte Luft durch ihre (jetzt wieder überwiegende) Federkraft ihn hemmt, und wieder auf eine kleine Höhe zurücktreibt; und ſo erfolgt das Steigen und Fallen dieſes ſchwebenden Kolbens in beſtändig abnehmenden Schwingungen, ohngefähr nach demſelben Geſetze, nach welchem eine mit Gewicht beladene, plötzlich frey gelaſſene, Feder einige Zeit hindurch oszillirt. Die Geſetze mit aller analytiſchen Schärfe zu beſtimmen, nach welchen dieſe Schwingungen aufeinander folgen, wäre ohne Zweifel eine der ſchwerſten Aufgaben in der höhern Pnevmatik. Da indeſſen dergleichen äußerſt mühſame und weitläufige Unterſuchungen doch keinen Nutzen in der Anwendung haben, und der Zweck der gegenwärtigen Abhandlung ſich nur auf die wichtigſten Punkte der Theorie, deren Erörterung für die Anlage eines Cylindergebläſes nöthig iſt, beſchränkt, ſo begnüge ich mich hier damit, das Phönomen dieſes Schwankens, welches an dem ſchwebenden Kolben ſichtbar, und an dem zitternden Geräuſche des durch's Blaſerohr ausfahrenden Windes ſogar deutlich hörbar iſt, im Vorbeygehen angezeigt und erklärt zu haben *).

§. 17.

Wenn demnach bey dieſer Maſchine eine ſolche Einrichtung getroffen wird, daß Hub und Rückzug des Kolbens im arbeitenden Cylinder (blowing Cylinder) in gleichen Zeiträumen geſchieht, folglich in beyden Zeiträumen dieſelbe Luftmenge aus dem Regulator bläſet, ſo iſt, wenn die Geſchwindigkeit des Kolbens c, und ſeine Fläche A heißt, die in jeder Sekunde ausgeblaſene Menge verdichteter Luft = a. v =

*) Daß dieſe Schwankungen (welche eine beträchtliche Erſchütterung aller Maſchinen-Theile verurſachen, und die gleichförmige ſanfte Wirkung des Gebläſes ſtören) bey ſehr weiten Cylindern, deren Kolben überhaupt nur wenig Hub brauchen, minder merklich und nachtheilig ſind, als bey Regulatorn von einem kleinen Durchmeſſer mit einem längern Kolbenhube, iſt leicht zu begreifen. Auch werden aus dieſem Grunde Erſtere allgemein vorgezogen.

$\frac{1}{2}$ A. c; alſo $a^2 . v^2 = \frac{1}{4} A^2 . c^2$, und $v^2 = c^2 . \frac{A^2}{4\,a^2}$. Seʒt man dieſe beyden Ausdrücke in die Gleichung §. 15., ſo erhält man allgemein für die Vorrichtung mit einem Blaſecylinder und Regulator mit ſchwebendem Kolben

$$P = Ah \left\{ \frac{c^2 . \frac{A^2}{4\,a^2} + 2\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}\left(\sqrt{c^2 . \frac{A^2 . \delta}{f^2\,g\,h\,\Delta} + 1}\right) - 1)}{4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta} - c^2 . \frac{A^2}{4\,a^2}} \right\}$$

Heißt die Länge des Hubes, welchen der arbeitende Kolben im blaſenden Cylinder zurücklegt, b; die Anzahl der Hübe, welche in einer Minute geſchehen, n; ſo iſt, unter obiger Vorausſeʒung, die mittlere Geſchwindigkeit des Kolbens

$$c = 2 . \frac{n . b}{60} = \frac{n . b}{30},$$

ſohin auch

$$P = A\,h \left\{ \frac{\frac{n^2 . b^2 . A^2}{3600 . a^2} + 2\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}\left(\sqrt{\frac{n^2 . b^2 . A^2\,\delta}{900 . f^2 . g\,h\,\Delta} + 1}\right) - 1)}{4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta} - \frac{n^2 . b^2 . A^2}{3600 . a^2}} \right\}$$

in Kubikfuſſen Waſſer ausgedrückt.

§. 18.

Wenn die Luft aus dem Cylinder in einen Behälter von unveränderlichem Inhalte (Windkammer) gedrückt wird, aus welchem ſolche durch eine kleine Oefnung beſtändig ausbläſet, ſo wird dieſer Behälter nach einigen wiederholten Kolbenzügen mit Luft angefüllt ſeyn, deren Dichte am Ende eines jeden Hubes (den Widerſtand der

Klap-

Klappe abgerechnet) der Dichte der im Cylinder zuſammengedrückten Luft gleich iſt. Heißt dieſe Dichte im Behälter am Ende des Kolbenhubes $\mu\,\delta$, ſo wird (nach §. 8.)

$$\mu = 1 + \frac{P}{Ah} = \frac{Ah + P}{Ah},$$

und die Geſchwindigkeit des durch das Blaſerohr ausſtrömenden Windes

$$v = 2\sqrt{\left(g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}\cdot\frac{P}{Ah + P}\right)}$$

ſeyn. Da aber, wenn die Klappe zufällt, aller Zufluß aus dem Cylinder aufhört, und das Ausſtrömen der Luft aus dem Behälter doch immer fortfährt, ſo muß nothwendiger Weiſe die Dichtigkeit derſelben von dieſem Zeitpunkte an mit jedem Augenblicke abnehmen, und zwar deſto ſchneller, je kleiner der Inhalt dieſes Behälters iſt. Man begreift hieraus vorläufig, daß durch eine ſolche Vorrichtung nie ein ganz gleichförmiges Gebläſe erhalten werden kann, indem die Dichte der Luft im Behälter vom Anfange des Kolbenhubes bis ans Ende deſſelben beſtändig zunimmt, dnn währendem Rückzuge bis zu dem Augenblicke, da ſich die Klappe wieder öfnet, in gleichem Maaße wieder abnimmt: daß indeſſen durch ein ſchickliches Verhältniß des Inhaltes jenes Behälters zur Zeit des Rückzuges des Kolbens doch ſo viel zu erhalten iſt, daß die beyden Gränzen der anfänglichen Dichte und der Dichte am Ende des Hubes nicht zuweit voneinander entfernt, folglich die davon herrührende Ungleichheit des Windes nicht zu merklich werde. Wenn man daher dieſe beyden Gränzen zuerſt willkührlich feſtſetzet, ſo kömmt es vorläufig darauf an, eine Gleichung zwiſchen dem körperlichen Inhalte des Behälters und der Zeit zu finden, in welcher ſich derſelbe, ohne Zufluß, ausleeret; und es entſteht folgende Aufgabe:

Aus dem Behälter B, welcher mit verdichteter Luft angefüllt iſt, deren anfängliche Dichte $= \mu\,\delta$, bläſet ſolche, ohne Zufluß, durch eine kleine Oefnung a beſtändig aus: man ſucht die Zeit t, in welcher ihre Dichte zu $m\,\delta$ abnimmt.

Auflöſung. (I.) Die anfänglich im Behälter erhaltene Luftmenge (auf die natürliche Dichte der atmoſphäriſchen Luft reduzirt) iſt $= B\,\mu$, am Ende der Zeit t aber $= B\,m$; folglich die in der Zeit t ausgetretene Luftmenge $= B\,\mu - B\,m$. Dieſe Menge heiße q, ſo iſt die in dem Zeitelemente dt ausgetretene kleine Luftmaſſe

$$dq = d(B\mu - Bm) = -B\,dm.$$

Iſt die Geſchwindigkeit des durch die Oefnung a blaſenden Luftſtrohmes, am Ende der Zeit t, $= u$, ſo wird, weil ſich in der unendlich kleinen Zeit dt Dichte und Geſchwindigkeit der Luft nicht verändern, auch $dq = a\,m\,u.\,dt$ ſeyn, und man hat

$$a\,m\,u.\,dt = -B\,dm.$$

Es iſt aber (nach §. 7.)

$$u = 2\sqrt{g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}\left(\frac{m-1}{m}\right)}$$

alſo

$$2\,a\,d\,t\sqrt{g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}\,(m^2 - m)} = -B\,dm.$$

$$\frac{2\,a\,d\,t\sqrt{g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}}}{B} = \frac{-dm}{\sqrt{m^2 - m}}$$

und

$$\frac{2\,a\,t\sqrt{g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}}}{B} = -\int\frac{dm}{\sqrt{m^2 - m}} + \text{Const.}$$

(II.)

(II.) Um nun dieſe letzte Gleichung zu integriren, ſetze man $m - \frac{1}{2} = x$, ſo hat man $m^2 - m = x^2 - \frac{1}{4}$, und $dm = dx$, folglich

$$\frac{dm}{\sqrt{m^2 - m)}} = \frac{dx}{\sqrt{x^2 - \frac{1}{4})}}$$

Nun ſetze man weiter $\sqrt{x^2 - \frac{1}{4})} = y - x$, ſo wird

$$x^2 - \frac{1}{4} = y^2 - 2yx + x^2,$$

folglich $2yx = y^2 + \frac{1}{4}$

und $x = \frac{y^2 + \frac{1}{4}}{2y}$;

daher $y - x = \frac{y^2 - \frac{1}{4}}{2y} = \sqrt{x^2 - \ )}$.

Weil nun $2yx = y^2 + \frac{1}{4}$, ſo iſt

$$y\,dx + x\,dy = y\,dy,$$

alſo

$$y\,dx + \left(\frac{y^2 + \frac{1}{4}}{2y}\right) dy = y\,dy,$$

und $dx = dy - dy \left(\frac{y^2 + \frac{1}{4}}{2y^2}\right)$

$= dy \left(\frac{y^2 - \frac{1}{4}}{2y^2}\right)$

alſo

$$\frac{dx}{\sqrt{x^2 - {}^{1})}} = \frac{dy\left(\frac{y^2 - \frac{1}{4}}{2y^2}\right)}{\frac{y^2 - \frac{1}{4}}{2y}} = \frac{dy}{y}.$$

(III.)

(III.) Weil nun bekanntermaſſen das Differenzial einer veränderlichen Größe durch dieſe Größe ſelbſt getheilt dem Differenzial des natürlichen Logarithmus derſelben gleich iſt, ſo hat man (nach I.)

$$\frac{2\,a\,t\sqrt{g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}}}{B} = -\,\text{lognat}\;y + \text{Conſt.}$$

Es iſt aber (nach II.) $y = x + \sqrt{x^2 - \frac{1}{4}}$

$$= m - \tfrac{1}{2} + \sqrt{m^2 - m}$$

daher

$$\frac{2\,a\,t\sqrt{g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}}}{B} = \text{Conſt.} - \text{lognat}\left(m - \tfrac{1}{2} + \sqrt{m^2 - m}\right)$$

Da nun für $t = o$, $m = \mu$, und zugleich $x = \mu - \frac{1}{2}$ ſeyn muß, ſo wird

$$o = \text{Conſt.} - \text{lognat}\left(\mu - \tfrac{1}{2} + \sqrt{\mu^2 - \mu}\right)$$

$$\text{Conſt.} = \text{lognat}\left(\mu - \tfrac{1}{2} + \sqrt{\mu^2 - \mu}\right)$$

alſo

$$\frac{2\,a\,t\sqrt{g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}}}{B} = \text{lognat}\left(\mu - \tfrac{1}{2} + \sqrt{\mu^2 - \mu}\right) - \text{lognat}\left(m - \tfrac{1}{2} + \sqrt{m^2 - m}\right)$$

$$= \text{lognat}\left[\frac{\mu - \frac{1}{2} + \sqrt{\mu^2 - \mu}}{m - \frac{1}{2} + \sqrt{m^2 - m}}\right]$$

Wor-

Woraus ſich endlich

$$t = \frac{B}{2\,a\,\sqrt{g\,h\frac{\Delta}{\delta}})} \cdot \text{lognat}\left\{\frac{\mu - \frac{1}{2} + \sqrt{\mu^2 - \mu})}{m - \frac{1}{2} + \sqrt{m^2 - m})}\right\}.$$

ergiebt.

§. 19.

Setzt man in der letztgefundenen Gleichung $m = 1$, ſo erhält man die Zeit in welcher die Dichte der Luft im Behälter mit der natürlichen oder äuſſern Luft gleich wird, folglich das Ausblaſen gänzlich aufhört,

$$t = \frac{B}{2\,a\,\sqrt{g\,h\frac{\Delta}{\delta}})} \cdot \text{lognat}\,(2\,\mu - 1 + 2\,\sqrt{\mu^2 - \mu}))$$

§. 20.

Setzt man die den Dichtigkeiten μ und m entſprechenden Waſſerhöhen $= z$ und β, ſo iſt

$$\mu = \frac{h + z}{h}$$

$$\text{und } m = \frac{h + \beta}{h},$$

und man kann daher die Gleichung § 18. auch ſo ſchreiben:

t =

$$t = \frac{B}{2\,a\,\sqrt{g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}})}\cdot \text{lognat}\left\{\frac{\frac{1}{2}h + z + \sqrt{z^2 + h\,z})}{\frac{1}{2}h + \beta + \sqrt{\beta^2 + h\,\beta})}\right\}$$

Da dann für die Zeit, in welcher das Ausſtrömen der Luft aus dem Behälter gänzlich aufhört, $\beta = o$ wird, folglich

$$t = \frac{B}{2\,a\,\sqrt{g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}})}\cdot \text{lognat}\left\{\frac{\frac{1}{2}h + z + \sqrt{z^2 + h\,z}}{\frac{1}{2}h}\right\}$$

§. 21.

Wenn man demnach die Größen μ und m, oder z und β willkührlich feſtgeſetzt hat, und die Zeit t, während welcher die Klappe zwiſchen dem Cylinder und Behälter verſchloſſen bleibt, beſtimmt iſt, ſo findet man den körperlichen Inhalt des letztern

$$B = \frac{2\,a\,t\,\sqrt{g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}})}{\text{lognat}\left\{\frac{\mu - \frac{1}{2} + \sqrt{\mu^2 - \mu})}{m - \frac{1}{2} + \sqrt{m^2 - m})}\right\}}$$

oder

$$B = \frac{2\,a\,t\,\sqrt{g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}})}{\text{lognat}\left\{\frac{\frac{1}{2}h + z + \sqrt{z^2 + h\,z})}{\frac{1}{2}h + \beta + \sqrt{\beta^2 + h\,\beta})}\right\}}$$

Es

Es ſey z. B. $a = \frac{1}{30}$ □ Fuß; $t = 5$ Sekunden; $2\sqrt{g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}}$ nach Rheinländiſchem Maaße = 1285; $h = 33'$; $z = 5'$; $\beta = 4,8'$; ſo wird

$$\frac{\frac{1}{2}h + z + \sqrt{z^2 + hz}}{\frac{1}{2}h + \beta + \sqrt{\beta^2 + h\beta}} = \frac{21,5 + \sqrt{190}}{21,13 + \sqrt{181,44}} = \frac{35,28}{34,76}.$$

Nun iſt der gemeine Logarithmus von 35,28 = 1,547528, und von 34,76 = 1,541079; alſo

$$\text{lognat}\ \frac{35,28}{34,76} = 2,302585 \times 0,006449 = 0,01484937\ldots$$

$$\text{Daher } B = \frac{2 \cdot \frac{1}{30} \cdot 5 \cdot 1285}{0,01484937} = \frac{1285}{0,04454811} = 28845,2 \text{ Kubikfuß.}$$

Die Länge einer ſolchen Windkammer müſte alſo bey einer Breite von 20, und Höhe von 15 Fuß, 96 Fuß betragen, wenn bey den hier angenommenen Verhältniſſen, die darinn enthaltene, aus der Windleitung beſtändig ausſtrömende, Luft während dem Spiele der Maſchine ſo gleichförmig verdichtet bleiben ſoll, daß die Höhe der ihrer Elaſtizität entſprechenden Waſſerſäule von 5 Fuß nur auf 4,8' oder auf 4 Fuß $9\frac{6}{10}$ Zoll abnimmt. *)

*) Dieſe Berechnung beweiſet, was ſchon oben geſagt worden, daß die Dimenſionen eines ſolchen Regulators von unveränderlichem Inhalte auſſerordentlich groß ausfallen müſſen, wenn man ein ziemlich gleichförmiges Gebläſe mittelſt einer *einfachen* Dampfmaſchine erhalten will. Bey einem *doppeltwirkenden* Cylinder, wo der Zufluß der Luft in den Behälter nur beym Wechſel der Kolbenhübe höchſtens eine Sekunde lang aufhört, oder $t = 1$ wird, dürfte ein ſolcher Behälter unter denſelben Vorausſetzungen nur den fünften Theil ſo groß werden. Uebrigens verſteht ſich, daß hier unter B nicht bloß der körperliche Raum des Behälters, ſondern auch der Inhalt der ganzen Windleitung zwiſchen dem arbeitenden Cylinder und dem Behälter, und zwiſchen dem Behälter und Blaſerohr zu verſtehen iſt.

§. 22.

Der Waſſer = Regulator iſt ein Windbehälter von veränderlichem Inhalte, und hat in ſeiner Wirkung mehr Aehnlichkeit mit dem Regulator mit ſchwebendem Kolben, da die beſtändig nachdrückende innere Waſſerfläche während der Zeit, da die Klappe zwiſchen dem Cylinder und Windkaſten verſchloſſen bleibt, den Raum in dem Verhältniſſe vermindert, als die verdichtete Luft durch das Blaſerohr ausſtrömt. Weil aber die Dichte der im Behälter zurückbleibenden Luftmaſſe, folglich auch die Geſchwindigkeit und Stärke des Windes in jedem Augenblicke durch die Höhe der drückenden Waſſerſäule (den vertikalen Abſtand der äuſſern Waſſerfläche von der innern) beſtimmt wird, und dieſe währendem Hube des Kolbens beſtändig wächſt, währendem Rückzuge deſſelben beſtändig abnimmt, ſo wird auch hier, wie beym Behälter von unveränderlichem Inhalte, die Geſchwindigkeit der ausſtrömenden Luft am Ende des Hubes am gröſten, und beym Anfange deſſelben am kleinſten ſeyn. Wenn daher dieſer Unterſchied nicht zu merklich werden ſoll, ſo kömmt es auch hier darauf an, die Verhältniſſe der ganzen Vorrichtung ſo vortheilhaft anzuordnen, daß jene Veränderung immer zwiſchen beſtimmten Gränzen bleibt. Dieß führt auf folgende Aufgabe:

In dem prismatiſchen Gefäſſe A B C D (Fig. 4.), welches bis r s mit Waſſer angefüllt iſt, ſteht umgeſtürzt ein kleineres prismatiſches Gefäß E F G H befeſtigt, welches mit Luft bis i k angefüllt iſt, deren Dichte zur Dichte der gemeinen Luft ſich verhält wie $\mu : 1$; die Höhe der dieſer Dichte entſprechenden Waſſerſäule c i iſt = z. Man ſucht die Zeit t, welche von dem Augenblicke, da die zuſammengedrückte Luft durch die kleine Oefnung a auszublaſen anfängt, verflieſſen muß, bis die Dichte der im Gefäſſe E F G G enthaltenen Luft = m wird.

Aufloſung. Es ſey die innere Weite des Gefäſſes E F G H . . . A

Der Flächengehalt des äuſſern Waſſerſpiegels c r s c . . B

Die Höhe c F vom äuſſern Waſſerſpiegel bis an den Rand des Gefäſſes q

Die

Die anfängliche Entfernung des innern Waſſerſpiegels von dieſem Rande, oder F i . . . . . b

Die Entfernung deſſelben am Ende der Zeit t, oder F f . x

Die Höhe e F, zu welcher der äuſſere Waſſerſpiegel in derſelben Zeit niederſinkt. . . . . y

Die Geſchwindigkeit der durch a ausſtrömenden Luft am Ende der Zeit t, u

(I.) In dem Zeittheilgen d t ſtrömt durch die Oefnung a eine kleine Luftmaſſe aus, deren körperlicher Inhalt im Gefäſſe E F G H = a u d t iſt. Weil nun in demſelben Zeit-Elemente der innere Waſſerſpiegel ſich um das unendlich kleine Stückchen d x erhebt, ſo kann dieſe Luftmenge auch durch A d x ausgedrückt werden, und es iſt daher

$$a\,u\,d\,t = A\,d\,x$$

Es iſt aber

$$u = 2\sqrt{g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}\left(\frac{m-1}{m}\right)}$$ ſiehe §. 7.

Folglich

$$\frac{2\,a\,d\,t\sqrt{g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}}}{A} = \frac{m^{\frac{1}{2}}\,d\,x}{\sqrt{m-1}}$$

(II.) Da die ganze Waſſermaſſe in und auſſer dem Gefäſſe E F G H immer dieſelbe bleibt, ſo iſt offenbar B. c e = A. i f; Es iſt aber c e = c F — e F = q — y, und

$$i\,f = F\,f - F\,i = x - b;$$ alſo

B (q

$$B(q - y) = A(x - b)$$

$$By + Ax = Bq + Ab$$

und $y = \frac{Bq + Ab - Ax}{B}$.

Am Ende der Zeit t iſt die Höhe der drückenden Waſſerſäule

$$ef = Fe - Ff = y - x,$$

folglich $m = \frac{h + y - x}{h}$,

und $x = y - h(m - 1)$

$$= \frac{Bq + Ab - Ax}{B} - h(m - 1)$$

$$Bx + Ax = Bq + Ab - Bh(m - 1)$$

alſo $x = \frac{Bq + Ab - Bh(m - 1)}{A + B}$

und $dx = - dm. \frac{Bh}{A + B}$.

Setzt man dieſen Ausdruck für d x in die Gleichung (I.) ſo erhält man

$$\frac{2\,a\,dt\,\sqrt{\left(gh\frac{\Delta}{\delta}\right)}}{A} = \frac{-m^{\frac{1}{2}}\,dm}{\sqrt{m - 1)}} \cdot \frac{Bh}{A + B}$$

oder

oder

$$2\,a\,d\,t\sqrt{\frac{g\,\Delta}{h\,\delta}}\Big)\cdot\Big(\frac{A+B}{A.B}\Big)=\frac{-m^{\frac{1}{2}}\,d\,m}{\sqrt{m-1)}}$$

alſo $$2\,a\,t\sqrt{\frac{g\,\Delta}{h\,\delta}}\Big).\frac{A+B}{A.\,B}=-\int m^{\frac{1}{2}}\,d\,m\,(m-1)^{-\frac{1}{2}}+\text{Const.}$$

(III) Um dieſe Gleichung zu integriren, ſetze man $m-1=y^2$, ſo wird $m=y^2+1$, und $d\,m=2\,y\,d\,y$; folglich

$$\frac{m^{\frac{1}{2}}\,d\,m}{\sqrt{m-1)}}=\frac{(y^2+1)^{\frac{1}{2}}\,2\,y\,d\,y}{y}$$

$$=2\,d\,y\,(y^2+1)^{\frac{1}{2}}$$

Nun iſt

$$2\,d\,y\,(y^2+1)^{\frac{1}{2}}=d\,y\,(y^2+1)^{\frac{1}{2}}+d\,y\,(y^2+1)^{\frac{1}{2}}$$

$$=d\,y\,(y^2+1)^{\frac{1}{2}}+\frac{d\,y\,(y^2+1)}{(y^2+1)^{\frac{1}{2}}}$$

Hievon iſt das Integral

$$\int\Big[d\,y\,(y^2+1)^{\frac{1}{2}}+y^2\,d\,y\,(y^2+1)^{-\frac{1}{2}}\Big]+\int d\,y\,(y^2+1)^{-\frac{1}{2}}$$

Es iſt aber das Integral des erſten Theiles nämlich

$$\int\Big[d\,y\,(y^2+1)^{\frac{1}{2}}+y^2\,d\,y\,(y^2+1)^{-\frac{1}{2}}\Big]=y\sqrt{y^2+1)}$$

und

und das Integral des zweyten Theiles, oder

$$\int dy(y^2+1)^{-\frac{1}{2}} = \text{lognat}\,(y + \sqrt{y^2+1}))$$

alſo das vollſtändige Integral

$$\int 2\,dy\,(y+1)^{\frac{1}{2}} = y\sqrt{y^2+1}) + \text{lognat}\,(y + \sqrt{y^2+1}))$$

(IV.) Subſtituirt man jetzt für y und $y^2 + 1$ wieder die obigen Werthe $\sqrt{m-1})$ und m, ſo ergiebt ſich,

$$\int \frac{m^{\frac{1}{2}}\,dm}{\sqrt{m-1})} = \sqrt{m-1})\sqrt{m} + \text{lognat}\left[\sqrt{m-1}) + \sqrt{m}\,)\right]$$

$$= \sqrt{m^2-m}) + \text{lognat}\left[\sqrt{m}) + \sqrt{m-1})\right]$$

Folglich (nach II.)

$$\frac{2\,a\,t\sqrt{\frac{g\Delta}{h\delta}})\,(A+B)}{A\,B} = C - \sqrt{m^2-m}) - \text{lognat}\left[\sqrt{m}) + \sqrt{m-1})\right]$$

Weil nun für $t = 0$ hier $m = \mu$ wird, ſo iſt

$$\text{Const} = \sqrt{\mu^2-\mu}) + \text{lognat}\,[\sqrt{\mu}) + \sqrt{\mu-1})]$$

und endlich

$$\frac{2\,a\,t\sqrt{\frac{g\Delta}{h\delta}})\,(A+B)}{A\,B} = \qquad\qquad \sqrt{\mu^2}$$

$$\sqrt{\mu^2-\mu)} + \text{logn.}\,(\sqrt{\mu)} + \sqrt{\mu-1)}) - \sqrt{m^2-m)} - \text{lognat}\,(\sqrt{m)} + \sqrt{m-1)})$$

$$= \sqrt{\mu^2-\mu)} - \sqrt{m^2-m)} + \text{lognat}\left\{\frac{\sqrt{\mu)} + \sqrt{\mu-1)}}{\sqrt{m)} + \sqrt{m-1)}}\right\}$$

woraus ſich

$$t = \frac{A\,B}{(A+B)\,2\,a\sqrt{\frac{g\,\Delta}{h\,\delta}})} \times$$

$$\times\left[\sqrt{\mu^2-\mu)} - \sqrt{m^2-m)} + \text{lognat}\left(\frac{\sqrt{\mu)} + \sqrt{\mu-1)}}{\sqrt{m)} + \sqrt{m-1)}}\right)\right]$$

ergiebt.

§. 23.

Setzt man in der letzten Gleichung $m = 1$, ſo findet man die Zeit, in welcher das Ausſtrömen der Luft aus dem Gefäße gänzlich aufhört

$$t = \frac{A\,B}{(A+B)\,2\,a\sqrt{\frac{g\,\Delta}{h\,\delta}})}\left[\sqrt{\mu^2-\mu)} + \text{lognat}\,(\sqrt{\mu} + \sqrt{\mu-1)})\right]$$

§. 24.

Wenn man die Höhen der drückenden Waſſerſäulen $c\,i$ und $e\,f = z$ und β ſetzt, ſo verwandelt ſich obige Gleichung (§. 22.) in folgende:

$$t = \frac{A\,B}{(A+B)\,2\,a\sqrt{\frac{g\Delta}{h\delta}})} \times$$

$$\left[\frac{\sqrt{z^2+h\,z)} - \sqrt{\beta^2+h\beta)}}{h} + \text{lognat}\left[\frac{\sqrt{h+z)}+\sqrt{z)}}{\sqrt{h+\beta)}+\sqrt{\beta)}}\right]\right]$$

Da dann für m = 1, $\beta = 0$ wird, und

$$t = \frac{A\,.\,B}{(A+B)\,2\,a\sqrt{\frac{g\Delta}{h\delta}})}\left[\frac{\sqrt{z^2+h\,z)}}{h} + \text{lognat}\left[\frac{\sqrt{h+z)}+\sqrt{z)}}{\sqrt{h)}}\right]\right]$$

ſ. 25.

Wenn alſo die Zeit t, während welcher die Klappe zwiſchen dem Cylinder und dem Regulator verſchloſſen bleibt, gegeben iſt, und die Größen μ und m feſtgeſetzt ſind, ſo kann man A und B durch Rechnung finden. Es wird nämlich

$$A = \frac{2\,a\,t\sqrt{\frac{g\Delta}{h\delta}})}{\sqrt{\mu^2-\mu)} - \sqrt{m^2-m)} + \text{lognat}\left[\frac{\sqrt{\mu}+\sqrt{\mu-1)}}{\sqrt{m}+\sqrt{m-1)}}\right] - \frac{2\,a\,t}{B}\sqrt{\frac{g\Delta}{h\delta}})}$$

Setzt man A = B, ſo wird

$$t = \frac{A\sqrt{h\delta)}}{4\,a\sqrt{g\Delta)}}\left[\sqrt{\mu^2-\mu)} - \sqrt{m^2-m)} + \text{lognat}\left(\frac{\sqrt{\mu}+\sqrt{\mu-1)}}{\sqrt{m}+\sqrt{m-1)}}\right)\right]$$

und

und

$$A = B = \frac{4\,a\,t\sqrt{\frac{g\Delta}{h\delta}})}{\sqrt{\mu^2 - \mu}) - \sqrt{m^2 - m}) + \text{lognat}\left\{\frac{\sqrt{\mu} + \sqrt{\mu - 1})}{\sqrt{m} + \sqrt{m - 1})}\right\}}$$

§. 26.

Weil $\mu = \frac{h + z}{h}$, und $m = \frac{h + \beta}{h}$ iſt, (§. 6.) ſo verwandelt ſich die letztgefundene Gleichung, wenn man in derſelben dieſe Werthe für μ und m ſubſtituirt, in folgende:

$$A = B = \frac{4\,a\,t\sqrt{\frac{g\Delta}{h\delta}})}{\frac{\sqrt{z^2 + h\,z}) - \sqrt{\beta^2 + h\,\beta})}{h} + \text{lognat}\left\{\frac{\sqrt{h + z}) + \sqrt{z})}{\sqrt{h + \beta}) + \sqrt{\beta})}\right\}}$$

$$= \frac{4\,a\,t\sqrt{\frac{g\Delta}{h\delta}})}{\sqrt{z^2 + h\,z}) - \sqrt{\beta^2 + h\beta}) + h.\ \text{lognat}\left(\frac{\sqrt{h+z}) + \sqrt{z})}{\sqrt{h+\beta}) + \sqrt{\beta})}\right)}$$

Zum Beyſpiel ſey hier wieder, wie oben §. 21. $a = \frac{1}{30}$ □ Fuß; t = 5 Sekunden; $\sqrt{g\,h\frac{\Delta}{\delta}})$ nach Rheinländiſchem Maße = 642, 5; h = 33′; z = 5′, und β = 4, 8′;

ſo wird

$$\sqrt{z^2 + h z)} = \sqrt{190)} = 13,784;$$

$$\sqrt{\beta^2 + h \beta)} = \sqrt{181,44)} = 13,466;$$

$$\sqrt{h + z)} + \sqrt{z)} = 6,172 + 2,236 = 8,408;$$

$$\sqrt{h + \beta)} + \sqrt{\beta)} = 6,147 + 2,190 = 8,337;$$

alſo

$$A = B = \frac{4 \cdot \frac{1}{30} \cdot 5 \cdot 642,5}{13,784 - 13,466 + 33 \cdot \text{lognat}\left(\frac{8,408}{8,337}\right)}$$

$$= \frac{428,333\ldots}{0,318 + 33\,(\text{lognat } 8,408 - \text{lognat } 8,337)}$$

Nun iſt der briggiſche Logarithmus von 8,408 = 0,92469, und von 8,337 = 0,92100; alſo

$$\text{lognat } 8,408 = 2,302585 \times 0,92469$$

$$= 2,12917732$$

und $\text{lognat } 8,337 = 2,302585 \times 0,921$

$$= 2,12068078$$

daher

$$A = B = \frac{428,333\ldots}{0,318 + 33 \cdot 0,00849654}$$

$= 428,$

$$= \frac{428,333\ldots}{0,59838582} = 715,8 \,\square\, \text{Fuß};$$

wofür man 716 □ Fuß nehmen kann.

Der Windkaſten muß alſo, bey einer Länge von 40 Fuß, $17\frac{3}{4}$ Fuß in der Breite haben, und der Abſtand deſſelben von den parallelen Seitenwänden des äuſſern Gefäſſes oder Waſſerbehälters kann überall $5\frac{1}{2}$ Fuß betragen, ſo daß dieſer leztere 51 Fuß in der Länge, und $28\frac{3}{4}$ Fuß in der Breite bekömmt. Die Höhe des Windkaſtens muß ſo beſchaffen ſeyn, daß beym höchſten Abſtande des äuſſern Waſſerſpiegels vom innern, oder bey der gröſten Druckhöhe (welche hier zu 5 Fuß angenommen iſt) der Deckel noch einen Fuß über dem Waſſer heraus rage, und der untere Rand noch einen Fuß unter der Waſſerfläche ſtehe. Dieß giebt, bey den hier angenommenen Verhältniſſen, die Tiefe des Windkaſtens 7 Fuß.*) Der Waſſerbehälter kann um einen Fuß höher werden.

§. 27.

Wenn bey einer Blaſemaſchine der gröſtmöglichſte Effekt herfürgebracht werden ſoll, ſo muß vor allem der ſchädliche Raum im Untertheile der Cylinder, d. i. derjenige Raum, welcher zwiſchen dem Boden des Cylinders und dem Kolben am Ende ſeines Hubes zurückbleibt, ſo viel möglich, vermieden werden, weil ohne dieſe Vorſicht ein großer Theil der bewegenden Kraft unnüz verſchwendet wird. Es ſey A B C D (Fig. 5.) ein Cylinder mit einem beweglichen Kolben A D und einer Oefnung a im Boden, welche mit einer Klappe bedeckt iſt, die ſich nicht eher öfnet, als bis die Luft

im

---

*) Der kubiſche Gehalt dieſes Windkaſtens wird demnach 716 × 7 = 5012 Kub. Fuß, und das Gebläſe wird hiebey ſo gleichförmig, als bey einer Windkammer von unveränderlichem Inhalte, deren körperlicher Raum 28845 Kub. Fuß halten, ſohin bey ahe 6mal ſo groß ſeyn müſte. Man vergleich die Berechnung § 21.

im Cylinder auf einen gewiſſen Grad $\mu\,\delta$ verdichtet iſt, d. i. bis der Kolben im Cylinder einen gewiſſen Weg zurückgelegt hat: dieſer Weg ſey A M, und die ganze Länge des Kolbenzuges A O, ſo daß zwiſchen dem Kolben in ſeinem tiefſten Stande, und dem Boden des Cylinders der ſchädliche Raum O B C P zurückbleibt; ſo wird, da ſich die Räume elaſtiſcher Flüſſigkeiten verkehrt wie ihre Dichtigkeiten verhalten,

$$MB : AB = \delta : \mu\,\delta,$$

alſo $MB = AB \cdot \frac{1}{\mu}$ ſeyn.

Heißt nun die Oberfläche des Kolbens A, die Länge ſeines Hubes $AO = b$, die ganze Länge des Cylinders vom höchſten Kolbenſtande bis an den Boden, oder $AB = l$, und die Menge der auf einen Hub ausgeblaſenen verdichteten Luft K; ſo iſt

$$K = A \cdot MO = A\,(b - AM)$$

Es iſt aber $AM = AB - MB = AB - AB\,\frac{1}{\mu}$

$$= l\left(\frac{\mu - 1}{\mu}\right)$$

Folglich $K = A\left(b - l\left(\frac{\mu - 1}{\mu}\right)\right)$

Nun iſt $l = AO + OB$, oder, wenn die Höhe OB des ſchädlichen Raumes s heißt,

$$l = b + s,$$

alſo $K = A\left\{b - (b + s)\left(\frac{\mu - 1}{\mu}\right)\right\}$

$$= A\left\{\frac{b}{\mu} - s\left(\frac{\mu - 1}{\mu}\right)\right\}$$

= A

$$= A \left(\frac{b - s(\mu - 1)}{\mu} \right)$$

Dieſe Luftmenge auf natürliche Dichte reducirt, iſt daher

$$K . \mu = A (b - s (\mu - 1)),$$

alſo nur in dem Falle = A b dem ganzen körperlichen Inhalte des Kolbenzuges, wenn s = 0, d. i. wenn der Kolben jedesmal ganz bis an den Boden des Cylinders niedergeht. In jedem andern Falle leidet dieſe Menge, bey gleichem Kraftaufwande, einen Verluſt oder Abgang, der deſto beträchtlicher iſt, je größer der ſchädliche Raum, und je mehr die Luft zuſammengedrückt wird.

§. 28.

Aufgabe. Die Luftmenge Q, welche in jeder Sekunde ausgeblaſen werden ſoll, die Anzahl der Cylinder N, und die Anzahl der Hübe n, welche jeder Kolben in einer Minute machen ſoll, ſind beſtimmt; man ſoll die Dimenſionen der Cylinder angeben.

Auflöſung. Die Menge Luft (natürlicher Dichte), die auf einen einzelnen Kolbenzug ausgeblaſen werden ſoll, ſey K; ſo wird in einer Minute N . n . K, alſo (bey einer vollkommen gleichförmigen Vertheilung der ausſtrömenden Luftmenge) in jeder Sekunde $\frac{N . n . K}{60}$ Kubikfuß ausgeblaſen; daher iſt $K = \frac{60 . Q}{N n}$. Wenn man vorausſetzt, daß jeder Kolben bis an den Boden des Cylinders niedergeht (§. 27.), ſo wird

$$K = A . b,$$

Folglich $A = 60 . \frac{Q}{b . N . n}$

und

und $b = 60 \cdot \frac{Q}{A.N.n}$.

Heißt der Durchmeſſer eines Kolbens oder Cylinders (man nimmt an, daß alle Cylinder von gleicher Größe ſind) D, ſo iſt bekanntlich $A = 0{,}785 \ldots D^2$; alſo

$$D = \sqrt{1{,}273 \ldots A)}$$

$$= \sqrt{1{,}273 \cdot 60 \frac{Q}{b \cdot N \cdot n})}$$

$$= \sqrt{76{,}38 \cdot \frac{Q}{b \cdot N \cdot n})}$$

Umgekehrt, wenn die Dimenſionen der Maſchine bekannt ſind, kann man auch die Luftmenge, welche in jeder Sekunde ausgeblaſen wird, berechnen. Es iſt nämlich

$$Q = \frac{0{,}785 \cdot D^2 \cdot b\,n \cdot N}{60}$$

$$= 0{,}01308 \cdot D^2 \cdot b \cdot n \cdot N \quad *)$$

z. B bey einer durch ein oberſchlächtiges Waſſerrad betriebenen Maſchine zu Carron in Schottland iſt $D = 4{,}5'$; $b = 4$; $n = 6$, und $N = 4$; folglich

$$Q = 0{,}01308 \cdot 4{,}5^2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 4$$

$$= 0{,}01308 \cdot 1944 = 25{,}42$$

oder

*) Bey doppeltwirkenden Cylindern, deren Kolben im Hube und Rückzuge Luft ausblaſen (wie im VIII. Abſchnitte beſchrieben ſind), oder bey Cylindern, in welchen zwey Kolben gegeneinander ſpielen, (nach der im IX. Abſchnitte angegebenen Vorrichtung), iſt, wie ſichs verſteht, in dieſen Formeln $\frac{3}{2}$ N ſtatt N zu ſetzen.

oder beynahe $25\frac{1}{2}$ Kub. Fuß in jeder Sekunde. Indeſſen iſt die wirklich ausgeblaſene Luftmenge allemal Etwas kleiner als die berechnete, weil ein geringer Verluſt durch die Liederung, und beym Wechſel des Klappenſpieles unvermeidlich iſt.

§. 29.

Die **Reibung** der geliederten Kolben in den Cylindern iſt zwar an ſich unbedeutend in Vergleich mit jener, welche die gewöhnlichen hölzernen Bälge oder Kaſtengebläſe mit ihren Federleiſten verurſachen; indeſſen iſt ſolche als Hindernißlaſt bey Berechnung eines Cylindergebläſes doch keinesweges zu vernachläſſigen. Die abſolute Größe dieſes Widerſtandes läßt ſich freylich allgemein nicht beſtimmen, da ſolche in jedem einzelnen Falle von der mehr oder minder genauen Anfertigung der Cylinder, mehr oder minder geſpannten oder biegſamen Liederung abhängt. Doch kann man als eine aus der Erfahrung bey den engliſchen Blaſemaſchinen hergeleitete Regel annehmen, daß die **Reibung eines nicht zu ſcharf geliederten Kolbens in einem gut ausgebohrten eiſernen Cylinder ein Pfund für jeden Zoll des Durchmeſſers (engliſches Maß und Gewicht) beträgt.** *) Da man ſich übrigens bey einer ſolchen Maſchine, aus leicht begreiflichen Urſachen, keiner flüſſigen oder fetten Schmiere zur Verminderung der Reibung bedienen darf, ſo iſt man auf den Einfall gerathen, die Cylinder inwendig mit Waſſerbley (Molybdoenum) auszureiben, welches nicht allein als eine Art von Schmiere die Friction beträchtlich vermindert, und das Leder erhält, ſondern auch die an der innern Fläche befindlichen, meiſt unvermeidlichen kleinen Gruben, Löcher oder Gußblaſen vollkommen ausfüllt.

§. 30.

*) Dabey ſind aber freylich Cylinder vorausgeſetzt, welche auf einer guten engliſchen Bohrmaſchine aufs genaueſte ausgebohrt ſind; denn bey einer minder genauen Anfertigung dieſer Maſchinen, oder einer nicht ganz glatten innern Fläche kann dieſer Widerſtand wohl zwanzigmal ſtärker ausfallen. Man wird daher zur Sicherheit auf alle Fälle wenigſtens 2 bis 3 Pfund auf jeden Zoll des Durchmeſſers in der Rechnung annehmen dürfen.

Bayerische Staatsbibliothek München

§. 30.

Wenn bey einem Cylindergebläſe die gehörige Einrichtung getroffen wird, daß die Dichte der in der Windleitung enthaltenen Luft im Beharrungsſtande unveränderlich $= m\,\delta$ *), und die Geſchwindigkeit des aus dem Blaſerohr ausſtrömenden Windes $= v$ iſt, ſo frägt ſich: wie groß iſt der eigentliche Effekt der Maſchine, oder das zur Bewegung erforderliche Moment der Kraft? —

Es ſey Q die Menge Luft (auf natürliche Dichte reduzirt), welche in jeder Sekunde ausgeblaſen wird, ſo iſt, mit Beybehaltung aller andern obigen Benennungen,

$$Q = a \cdot v \cdot m = a \cdot c \cdot \frac{A}{a} \cdot m$$
$$= A \cdot c \cdot m$$

Weil nun $P = A \cdot h \cdot \dfrac{v^2}{4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta} - v^2}$ iſt (§. 8.)

ſo wird

$$A = \frac{P}{h\,v^2}\left(4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta} - v^2\right)$$

$$\text{und } Q = \frac{P \cdot c}{h \cdot v^2}\left(4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta} - v^2\right) m$$

Es iſt aber (nach §. 7.)

$$m = \frac{4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}}{4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta} - v^2},$$

Folg-

*) Beym Waſſerregulator oder Windbehälter iſt ſtatt $m\,\delta$ das Mittel zwiſchen $\mu\,\delta$ und $m\,\delta$ zu nehmen.

Folglich

$$Q = \frac{P . c}{h . v^2} 4 g h \frac{\Delta}{\delta} = 4 g \frac{\Delta}{\delta} . \frac{P . c}{v^2}$$

und $P . c = \frac{Q . v^2 . \delta}{4 g \Delta}$

Setzt man, (der Kürze halber), $4 g = 64$, und $\frac{\delta}{\Delta} = \frac{1}{800}$, ſo hat man allgemein

$$P . c = \frac{Q . v^2}{51200}$$

Weil nun bey jeder Vorrichtung immer ein Kolben ſich wirkend verhalten muß, oder, wenn auch mehrere zugleich arbeiten, die Summe ihrer Wirkungen doch auf die eines einzigen reduzirt werden kann, welcher mit der Geſchwindigkeit c bewegt würde, ſo iſt der letzte Ausdruck die allgemeine Beſtimmung des Kraftmomentes, welches (ohne Rückſicht auf den Widerſtand beym einſaugenden Hube, auf den Widerſtand der Ventile, Reibung der Kolben, und andre Hindernißlaſten) erfordert wird, eine gegebene Luftmenge mit einer gegebenen Geſchwindigkeit auszublaſen; und man ſieht, daß ſich der erforderliche Kraftaufwand gerade wie die auszublaſenden Luftmengen und wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten des ausſtrömenden Windes verhält.

§. 31.

Weil $Q = A . c . m$, ſo iſt $A = \frac{Q}{c . m}$. Setzt man dieſen Werth von A in die Formel (§. 8.)

$$P = A . h (m - 1)$$

 ſo

ſo erhält man

$$P = \frac{Q \cdot h}{c} \left(\frac{m - 1}{m} \right)$$

alſo

$$P \cdot c = Q \cdot h \left(\frac{m - 1}{m} \right).$$

Da ferner $m = \frac{h + z}{h}$ iſt (§. 6.)

ſo verwandelt ſich die letzte Formel durch Subſtitution dieſes Ausdruckes für m in folgende

$$P \cdot c = Q \cdot h \cdot \frac{z}{h + z},$$

und man hat alſo, nebſt der im vorhergegangenen §. angegebenen, noch zwey andre ſehr einfache Formeln, um allgemein das zu einem Gebläſe erforderliche Kraftmoment zu finden, wenn die Luftmenge Q, welche in jeder Sekunde ausſtrömen ſoll, und der Coeffizient der Verdichtung m, oder die Höhe der Waſſerſäule z, welche mit der verdichteten Luft das Gleichgewicht halten ſoll, vorher beſtimmt ſind; woraus dann auch umgekehrt, wenn das Kraftmoment gegeben iſt, die Gröſſen Q, v, m, oder z durch Rechnung vorläufig gefunden werden können.

Man hat nämlich

$$Q = \frac{P \cdot c}{v^2} \cdot 4g \frac{\Delta}{\delta},$$

$$Q = P \cdot c \cdot \frac{m}{h(m - 1)}$$

$$Q = P \cdot c \cdot \frac{h + z}{h\,z},$$

$$v = 2\sqrt{\left(\frac{P\,c}{Q}\,g \cdot \frac{\Delta}{\delta}\right)},$$

$$m = \frac{Q\,h}{Q \cdot h - P \cdot c},$$

und $z = \frac{P\,c \cdot h}{Q \cdot h - P \cdot c}$.

§. 32.

Aufgabe: Die Luftmenge Q, welche in jeder Sekunde ausgeblaſen werden ſoll, und der Querſchnitt der Oefnung a, durch welche dieſe Luftmenge (mit gleichförmiger Geſchwindigkeit) ausſtrömen ſoll, ſind gegeben: Man ſucht einen allgemeinen Ausdruck für das zur Betreibung des Gebläſes erforderliche Kraftmoment P. c.

Auflöſung. Weil $Q = a.\ v.\ m$, ſo iſt

$$v = \frac{Q}{a \cdot m}, \text{ und } v^2 = \frac{Q^2}{a^2 \cdot m^2}.$$

Es iſt aber auch;

$$v^2 = 4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}\left(1 - \frac{1}{m}\right);$$

folglich:

$$\frac{Q^2}{a^2 \cdot m^2} = 4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}\left(1 - \frac{1}{m}\right)$$

Q²

$$Q^2 = 4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}\,.\,a^2\,.\,m^2\,\left(1 - \frac{1}{m}\right)$$

$$= 4\,g\,h\,\frac{\Delta}{\delta}\,.\,a^2\,(m^2 - m)$$

alſo

$$m^2 - m = \frac{Q^2\,\delta}{a^2\,.\,4\,g\,h\,\Delta}\,;$$

Das Quadrat complirt:

$$m^2 - m + \frac{1}{4} = \frac{Q^2\,\delta}{a^2\,.\,4\,g\,h\,\Delta} + \frac{1}{4}$$

Die Wurzel ausgezogen:

$$m - \frac{1}{2} = \pm\sqrt{\left(\frac{Q^2\,.\,\delta}{a^2\,.\,4\,g\,h\,\Delta} + \frac{1}{4}\right)}$$

Man ſieht, daß hier das poſitive Zeichen vor der Wurzelgröße gelten muß; daher iſt

$$m = \frac{1}{2} + \sqrt{\left(\frac{Q^2\,.\,\delta}{a^2\,.\,4\,g\,h\,\Delta} + \frac{1}{4}\right)}\,,$$

Wenn man nun dieſen Werth für m in die im vorhergehenden §. gefundene Formel

$$P.c = Q.\,h\left(\frac{m - 1}{m}\right)$$

ſetzt,

ſetzt, ſo erhält man

$$P.c = Q.h \left(\frac{\sqrt{\left(\frac{Q^2 . \delta}{a^2 . 4 g h \Delta} + \frac{1}{4}\right)} - \frac{1}{2}}{\sqrt{\left(\frac{Q^2 . \delta}{a^2 . 4 g h \Delta} + \frac{1}{4}\right)} + \frac{1}{2}} \right)$$

Es ſey z. B.: $h = 33'$; $Q = 30$ Kub. Fuß, und $a = \frac{1}{30}$ Quadratfuß; $4 g h \frac{\Delta}{\delta}$ nach Rheiniſchem Maaße $= 4 . 64 . 33 . 800 = 6758400$, ſo wird

$$\sqrt{\left(\frac{Q^2 . \delta}{a^2\ 4 g h \Delta} + \frac{1}{4}\right)} = \sqrt{\left(\frac{900}{\frac{1}{900} . 6758400} + \frac{1}{4}\right)}$$

$= \sqrt{\left(\frac{810000}{6758400} + \frac{1}{4}\right)}$, und, wenn man beyde Brüche unter einen Nenner bringt,

$$= = \frac{\sqrt{99984}}{\sqrt{270336}} = \frac{3161}{5199} = 0{,}60801$$

ſo

$$P.c = 33 . 30 . \frac{0{,}60801 - 0{,}5}{0{,}60801 + 0{,}5}$$

$$= 990 . \frac{0{,}10801}{1{,}10801} = \frac{106{,}9299}{1{,}10801}$$

$$= 96{,}5.$$

Anmerkung. Wenn ſolchergeſtalt das zu einer verlangten Wirkung erforderliche Kraftmoment vorläufig beſtimmt iſt, ſo kann, nach der Beſchaffenheit der anzuwendenden Bewegungskräfte, das Maaß dieſer letztern leicht berechnet werden. — Es ſey z. B. ein Cylindergebläſe, welches die in der letzten Berechnung hier angegebene Wirkung herfürbringen ſollte, durch Pferde mittelſt einer Roßkunſt zu betreiben, ſo fände man die Anzahl derſelben, welche zugleich an der Maſchine arbeiten müſten, auf folgende Art: Man weiß aus der Erfahrung, daß ein Pferd von mittlerer Stärke bey gewöhnlicher Anſtrengung, wobey ſolches eine Schicht gut auszuhalten vermag, eine Laſt von $2\frac{1}{2}$ Kub. Fuß Waſſer mit einer Geſchwindigkeit von 4 Fuß in jeder Sekunde heben kann. Dieß giebt den mechaniſchen Effekt eines ſolchen Thieres $E = 2,5 \times 4 = 10$. Da nun das in der letzten Berechnung beſtimmte Kraftmoment $= 96,5$ iſt, ſo würde man $\frac{96.5}{10} = 9,65$, oder 10 Pferde, bloß zur reinen Wirkung, ohne die Reibungen und andern Nebenhinderniſſe in Anſchlag zu bringen, an die Maſchine ſpannen müſſen; und man dürfte daher vorläufig wenigſtens auf 12 Pferde, welche miteinander arbeiten, den Antrag machen. — Oder es ſey ein ſolches Gebläſe durch ein oberſchlächtiges Waſſerrad zu betreiben. Der Effekt eines ſolchen Rades kann bey einer zweckmäßigen Anordnung $E = \frac{5}{6} . V . D$ geſetzt werden, wenn, nach Rheiniſchem Maaße, V die in jeder Sekunde auf das Rad fallende Menge von Aufſchlagwaſſer in Kubikfuſſen, und D den Durchmeſſer oder die Höhe des Rades ausdrückt (wie ich gelegenheitlich an einem andern Orte bey der Entwicklung meiner Theorie der Waſſerräder zeigen werde). — Man hätte alſo im obigen Falle $\frac{5}{6} V . D = 95,5$, alſo $V . D = 114,6$: Es ſey nun $D = 20'$, ſo findet man $V = \frac{114,6}{20} = 5,73$ als die Anzahl von Kubikfuſſen Aufſchlagwaſſer, welche bloß zur reinen Wirkung in jeder Sekunde erfoderlich ſind. — Man ſieht übrigens aus dem in den beyden letzten §§. aufgeſtellten Formeln für P . c, daß der eigentliche Effekt eines Gebläſes immer als Produkt aus zweyen Factoren beſteht, wovon der eine die **Menge**, der andere eine Function der **Verdichtung** oder der **Geſchwindigkeit** der ausſtrömenden Luft iſt. Das Verhältniß dieſer beyden Größen gegeneinander kann daher unzähligemal verändert werden, und doch das Produkt von beyden immer daſſelbe bleiben: und ſolchergeſtalt iſt es für den mechaniſchen

Ef-

Effekt des Gebläſes zwar gleichviel, ob eine kleine Luftmenge mit einer beträchtlichen Geſchwindigkeit (durch eine ſehr kleine Oefnung) oder eine größere Luftmenge mit einer mäßigern Geſchwindigkeit (durch eine weitere Oefnung) ausgeblaſen wird, da in beyden Fällen derſelbe Kraftaufwand erfodert werden kann, obwohl allerdings die Dimenſionen der Maſchine ſehr verſchieden angeordnet werden müſſen. Allein für die ökonomiſche Wirkung iſt dieſes Verhältniß keineswegs gleichgültig: indeſſen kann hier das ſchicklichſte Maaß jener beyden Größen gegeneinander, das eigentliche Maximum der nützlichen Wirkung, nicht durch Berechnung, ſondern bloß durch die Erfahrung für jeden einzelnen Fall beſtimmt werden. So z. B. weiß man, daß überhaupt ein höherer Grad von Verdichtung, oder eine größere Geſchwindigkeit der ausgeblaſenen Luftmenge bey einem Hochofen, als bey einem Friſchfeuer oder Cupulo-Ofen nöthig iſt; auch erfodert ein mit abgeſchwefelten Steinkohlen (Coaks) betriebener Hochofen ein ſtärkeres, lebhafteres Gebläſe als ein mit Holzkohlen betriebener Schmelzofen. Bey einem Cylindergebläſe vor einem engliſchen Hochofen iſt daher die drückende Waſſerſäule im Waſſerregulator gemeiniglich 5 bis 6 Fuß, oft gegen 7 Fuß hoch, und der ſchwebende Kolben im cylindriſchen Regulator iſt gewöhnlich mit 2 bis $2\frac{1}{2}$ ℔ auf jeden Quadratzoll ſeiner Oberfläche beladen; da hingegen bey einem gewöhnlichen deutſchen, minder hohen und weiten, mit Holzkohlen betriebenen, Hochofen die ſtärkſte Verdichtung der Luft im Gebläſe höchſtens nur einer Waſſerſäule von 3 Fuß entſprechen darf, und eine Belaſtung von 1 bis $\frac{5}{4}$ ℔ auf jeden Quadratzoll hinreicht. —

Anhang.

Praktiſche Anleitung zur Verzeichnung einer vollkommen richtigen Krümmungslinie für die Wellfüße an den Gebläſe-Maſchinen.

Da die Geſchwindigkeit des durch die Mündung des Blaſerohrs ausſtrömenden Windes allemal in geradem Verhältniſſe mit der Geſchwindigkeit des wirkenden Kolbens ſteht, ſo begreift man vorläufig, daß, wenn das Gebläſe vollkommen gleichförmig ſeyn ſoll, der Kolben, welcher die Luft in die Windleitung drückt (der arbeitende Kolben) mit einer ganz gleichförmigen Geſchwindigkeit bewegt werden müſſe. Weil aber jeder Kolben, wenn er ſeinen Hub vollendet, und alle zwiſchen demſelben und dem Ausleerungsventil im Cylinder befindliche Luft ausgedrückt hat, wieder eben ſo weit zurückgezogen werden muß, um eine neue Luftmenge in den Cylinder einzuſchöpfen, ſo kann eine ununterbrochene Wirkung des Gebläſes nur dadurch erhalten werden, daß ein zweyter Kolben in demſelben Augenblicke (zur Sicherheit eigentlich noch Etwas früher) zu arbeiten, d. h. Luft in die Windleitung zu drücken anfängt, als der Erſte ſeinen Rückzug beginnt. Wäre die Luft ein nicht elaſtiſcher Körper, wie z. B. das Waſſer, ſo würde das Ueberſtrömen der Luft aus dem Cylinder in die Windleitung mit dem ausdrückenden Hube augenblicklich beginnen: allein da die unter dem Kolben bey ſeinem höchſten Stande im Cylinder befindliche Luft anfänglich von gleicher Dichte mit der äuſſern oder atmosphäriſchen iſt, ſo muß dieſelbe allmählig erſt ſo weit zuſammengedrückt

drückt oder verdichtet werden, daß ihre Dichte jene in der Windleitung noch Etwas übertrift, ehe ſelbe die Ausleerungsklappe aufſtoſſen und aus dem Cylinder in die gemeinſchaftliche Windleitung treten kann. Der erſte Kolben muß daher ſchon einen Theil ſeines Weges*) zurückgelegt haben, und ſich in voller Wirkung befinden, ehe noch der andere ſeinen Hub gänzlich vollendet hat. Hieraus folgen zwey weſentliche Bedingungen für den Gang der Maſchine:

1°.) Der Rückzug, oder der einſaugende Hub eines jeden Kolbens muß in einer kürzern Zeit vollendet werden als der ausdrückende Hub.

2°.) Jeder Kolben wird alſo am Ende ſeines Hubes von dem darauf folgenden Hube des andern Kolbens eingeholt, und am Anfange und Ende eines jeden Hubes müſſen, einige Augenblicke lang, beyde Kolben zuſammen arbeiten, oder zu gleicher Zeit miteinander Luft ausdrücken.

Wenn nun die durch das Blaſerohr am Ende der Windleitung ausgedrückte Luft nicht nur ununterbrochen, ſondern auch mit einer beſtändig gleichen Geſchwindigkeit ausſtrömen, und der Widerſtand während der ganzen Umdrehung des Waſſerrades gleich ſtark bleiben ſoll, ſo muß der Mechanismus, durch welchen die beyden Kolben wechſelweiſe gehoben und niedergedrückt werden, eine ſolche Einrichtung erhalten, daß

I°. Jeder Kolben während derjenigen Zeit ſeines Hubes, da er ganz allein arbeitet oder Luft ausdrückt, mit einer vollkommen gleichförmigen Geſchwindigkeit bewegt werde, d. i. in gleichen Zeittheilen gleiche Räume durchlaufe.

 II°.

*) Der Kolben muß nämlich einen Weg $x = l\left(\frac{m-1}{m}\right) = l.\frac{z}{h+z}$ zurücklegen, ehe die Ausleerungsklappe ſich öfnen kann (ſiehe §. 11.), wenn l die anfängliche Entfernung des Kolbens vom Boden des Cylinders, m den Coeffizienten der Verdichtung im Beharrungsſtande, oder z die Höhe einer Waſſerſäule, welche dieſer Verdichtung entſpricht, und h diejenige Waſſerſäule anzeigt, welche mit dem mittlern Druck der Atmosphäre im Gleichgewichte ſtehet.

II°. Daß am Anfange und Ende eines jeden Hubes, da beyde Kolben miteinander arbeiten, die Summe ihrer Wirkungen und Widerſtandsmomente, ſo wie die von beyden miteinander ausgedrückte Luftmenge eben ſo groß werde, als diejenige, welche ein einzeln arbeitender Kolben in gleicher Zeit ausdrückt.

Die Geſchwindigkeit eines jeden Kolbens muß alſo vom Anfange ſeines Hubes **beſchleunigt**, während der Zeit, da derſelbe allein arbeitet, **gleichförmig**, und am Ende, ſobald der zweyte Kolben ſeinen Hub beginnt, **verzögert** ſeyn.

Hierinn beſteht nun die eigentliche Aufgabe für die rechte Conſtruction det einhübigen Wellfüße, und es iſt leicht einzuſehen, daß dieſen Foderungen weder die Cycloide, noch die Epicycloide, weder die hyperboliſche Spirallinie, noch der excentriſche Kreiß, noch irgend eine von den bekannten krummen Linien, deren Gleichungen beſtimmt ſind, Genüge leiſten kann. Man hat zwar alle dieſe verſchiedenen Krümmungslinien von Zeit zu Zeit empfohlen und verſucht, aber mittelſt derſelben, bey einer **Vorrichtung** mit zweyen **Cylindern ohne Regulator**, nirgends ein ganz gleichförmiges Gebläſe ohne Stockungen oder Horchen erhalten können, und man war daher am Ende immer genöthigt, ſtatt zweyen Cylindern oder Kaſten drey derſelben nebeneinander, oder einen gemeinſchaftlichen Regulator an die Windleitung vorzurichten, wodurch dann freylich die Ungleichheit in der Wirkungsart ſolcher fehlerhaft verzeichneten Wellfüße minder merklich gemacht wird, da man bekanntlich durch dieſe Mittel ſelbſt mit der ungleichförmigſten aller Bewegungen (durch Kurbeln oder Krummzapfen) ein ziemlich gleichförmiges Gebläſe erhalten kann.

Man erhält indeſſen durch die möglichſt einfache Vorrichtung mit zweyen Cylindern ohne Regulator, und mit zweyen einhübigen Wellfüßen ein vollkommen gleichförmiges Gebläſe, wenn man die Krümmungslinie dieſer Wellfüße auf folgende Art verzeichnet.

Auf einer großen, aus trocknen Brettern zuſammengeſetzten, unten mit Querleiſten nach Art eines gewöhnlichen Reißbrettes verſehenen, und oben glatt abgehobe-

ten

ten Tafel*) trage man aus dem Mittelpunkte M (VIIte Tafel Fig. 6) zuerſt den achteckigten Wellring m n o p q r s t in natürlicher Gröſſe auf, und beſchreibe über dieſes Achteck den Kreiß *MN* 8 u O 8. Dann beſtimme man auf dem verlängerten Halbmeſſer M A die Länge des Hubes 8 A, und ziehe von dem höchſten Punkte oder Scheitel A den äuſſern Kreiß A B C D. Dieſen Kreiß theile man zuerſt in 8 gleiche Theile, und jedes Achtel des Cirkelbogens ſofort wieder in ſo viel kleinere Theile, als die Deutlichkeit des Maßſtabes zuläßt, (je kleiner die Theilung wird, deſto genauer und vollkommener fällt überhaupt die Krümmungslinie aus: doch iſt es auf jeden Fall genug, wenn jeder Quadrant in 1000 Theile, oder, (wenn man die Unterabtheilung in Hälften nach geometriſcher Progreſſion fortſetzt) in 1024 Punkte getheilt wird), und ziehe ſodann auf jeden Theilungspunkt am äuſſern Umkreiſe einen Halbmeſſer aus dem gemeinſchaftlichen Mittelpunkte M. — Nun theile man auf dem Halbmeſſer M A auch die Hubeslänge A 8 zuerſt in 8 gleiche Theile, dann jedes Achtel wieder in ſo viele kleinere Theile, als mit hinlänglicher Deutlichkeit und Genauigkeit angebracht werden können; und es iſt dabey beſonders zu bemerken, daß dieſe Eintheilung zwiſchen 1 und 7 gerade ſo viele Punkte erhalten muß, als die Eintheilung des Bogens β B φ C. — Zu dieſer ganzen Arbeit bedient man ſich ſehr bequem eines genau abgerichteten Lineals oder einer ſogenannten Reißſchiene M N (Fig. 7), welche ſich um einen im Mittelpunkte der Tafel M eingeſchlagenen, ſorgfältig abgerundeten eiſernen Stift drehet, und an welcher auf der Länge des Hubes L N eine Scale angebracht iſt, die in eben ſo viele Theile eingetheilt, und mit einer meſſingenen Hülſe a b verſehen wird, welche der Länge nach am Lineale verſchoben, und an jeder Stelle mit einer kleinen Stellſchraube befeſtigt werden kann. Auch iſt an dieſer Hülſe ein kleiner kegelförmig zugeſpitzer ſtählerner Stift a dicht am Rande des Lineals ſo angebracht, daß man damit, wie mit einem Stangenzirkel auf der Fläche der Tafel Kreisbögen beſchreiben, und Theilungspunkte bezeichnen kann.

Mit

---

*) Am beſten wählt man hiezu Bretter von Lindenholz. Man kann dieſe Tafel indeſſen auch aus Brettern von Tannen- Fichten- oder Förenholze verfertigen laſſen, wenn man ſolche an der obern Fläche mit einer weiſſen Oel- oder auch nur mit einer guten Leimfarbe vor dem Gebrauche anſtreicht. —

Mit dieſem Lineale trage man nun den erſten Theilungspunkt 1 vom Halbmeſſer M A auf den Halbmeſſer M β, welcher das erſte Achtel des ganzen Umkreiſes abſchneidet; den Theilungspunkt 2 auf den Halbmeſſer M γ in der Hälfte des zweyten Achtelbogens; den Theilungspunkt 3 auf den Radius M B des erſten Quadranten; den Theilungspunkt 4 auf den Radius M δ in der Hälfte des dritten Achtelbogens; den Punkt 5 auf den Radius M φ im dritten Achtel; den Punkt 6 auf den Halbmeſſer M ψ in der Hälfte des vierten Achtelbogens; den Punkt 7 auf den Radius M C, welcher die Hälfte des Kreiſes abſchneidet, und endlich den Punkt 8 auf den Radius M ω, welcher die erſte Hälfte des dritten Quadranten bezeichnet.

Wenn auf dieſe Art die Hauptpunkte der krummen Linie beſtimmt ſind, ſo fährt man in der weitern Verzeichnung derſelben dergeſtalt fort, daß zwiſchen den Punkten 1 und 7 durch allmähliges Nachrücken der beweglichen Hülſe a b am Maßſtabe N L der erſte Theilungspunkt unter 1 von der Linie A 8 auf den erſten Halbmeſſer nach β M, der zweyte auf den zweyten, der dritte auf den nächſtfolgenden, und ſofort jeder der zwiſchen 1 und 7 auf der Linie A 8 befindlichen Punkte der Ordnung nach auf den correſpondirenden Halbmeſſer übertragen wird; und man erhält ſolchergeſtalt zwiſchen den Halbmeſſern M β und M C eine Reihe dicht nebeneinander geſetzter Punkte, durch deren Verbindung ſonach mittelſt eines Bleyſtiftes aus freyer Hand ſehr leicht eine vollſtändige und ununterbrochene Spirallinie hergeſtellt wird.

Da das Steigen dieſer Krümmungslinie (welche als eine um den innern Kreis 8 u O *M N* gewickelte ſchiefe Fläche oder Keil zu betrachten iſt) von dem Punkte 7 auf den Halbmeſſer M C bis zum Punkte 1 auf dem Halbmeſſer M β gleichförmig fortſchreitet, indem die Entfernung jedes einzelnen Punktes am Umfange dieſer Linie von dem innern Kreiſe, als der Baſis der ſchiefen Fläche, in geradem Verhältniſſe mit den abgeſchnittenen Kreisbogen zunimmt, oder die Ordinaten ſich gegeneinander wie die zugehörigen Abſciſſen verhalten, ſo muß (vorausgeſetzt, daß der Wellring ſelbſt mit einer gleichförmigen Geſchwindigkeit um ſeine Achſe M gedreht wird) die Bewegung des von dieſem Wellfuße gehobenen oder niedergedrückten Streichbackens (ſohin auch des damit in Verbindung ſtehenden Kolbens) während der ganzen Zeit, als der angegriffene

Punkt

Punkt der Laſt zwiſchen den Gränzen 7 und 1 auf dem Umfange des Wellfußes ſich befindet, vollkommen gleichförmig ſeyn; *) und da eben (wie aus der mit Punkten bezeichneten Stellung des zweyten Wellfußes u w x y z C zu erſehen iſt) während derſelben

*) Da überhaupt nach einem allgemeinen mechaniſchen Grundgeſetze die Widerſtandsmomente einer unveränderlichen Laſt jedesmal im Verhältniſſe der Geſchwindigkeit ſtehen, mit welcher dieſe Laſt gehoben wird, die Mittel zur Bewegung, oder der Mechanismus des Zwiſchengeſchirrs mögen beſchaffen ſeyn, wie man will; ſo erhellet ſchon zum Voraus, daß bey dieſer Krümmung des Wellfußes, da die Laſt in gleichen Zeittheilen durch gleiche Räume bewegt wird, auch das Moment des Widerſtandes unverändert während der Bewegung bleiben müſſe. Dieſes ſtatiſche Moment iſt nämlich für jeden einzelnen Punkt am Umfange der krummen Scheibe das Produkt aus zweyen veränderlichen Faktoren: der Entfernung der Laſt vom Mittelpunkte der Bewegung, oder dem Hebel, und dem Sinus des Neigungswinkels der ſchiefen Fläche, oder des in dieſer Entfernung arbeitenden Keiles. Nun liegt es aber in der Natur dieſer krummen Linie, daß der Neigungswinkel derſelben gegen die Grundlinie des Kreiſes in demſelben Verhältniſſe abnimmt, als die Entfernung der Laſt (deren Richtung immer ſenkrecht auf der Grundlinie oder dem Mittelpunkte bleibt) oder die Länge ihres Hebels wächſt, und zwar dergeſtalt, daß dieſe Länge multiplicirt in den Sinus des Neigungswinkels an jedem Punkte ein und daſſelbe Produkt giebt (worüber ich den Beweis theoretiſch zu führen bey einer andern Gelegenheit mir vorbehalte), folglich muß auch das ſtatiſche Moment des Widerſtandes während der Umdrehung immer daſſelbe bleiben, und die Bewegung ſo gleichförmig ſeyn, als ob die Laſt an einem über eine cylindriſche Welle ſich wickelnden Seile aufgezogen würde. — Ueberhaupt kann man daher bey einer ſolchen Anordnung den Widerſtand jedesmal ſo berechnen, als ob die zu überwindende Laſt an einer Welle aufgehaſpelt werden müßte, deren Umkreis der Höhe des Hubes an den Wellfüßen gleich iſt. Es ſey demnach dieſe Höhe $= b$, die Laſt am Streichbacken $= P$, der Halbmeſſer der (eingebildeten) Welle, deren ſtatiſches Moment jenem der Wellfüße in jeder Richtung derſelben gleich käme, $= r$, ſo muß $2 r \pi = b$, alſo $r = \frac{b}{2 \pi}$ ſeyn. Iſt nun z. B. der Halbmeſſer des bewegenden Rades, oder der Abſtand der Kraft von der gemeinſchaftlichen Achſe $= R$, die am Umfange erforderliche Kraft $= p$, ſo wird $p . R = P r$; alſo

$$p = P . \frac{r}{R} = P . \frac{b}{2 \pi . R} = P . \frac{b}{2 . 3,1415 . R}$$

$$= P . \frac{b}{6,283 . R}$$

ſelben Zeit nur ein einzelner Kolben arbeitet, d. i. in ſeinen Cylinder hinein aufwärts oder niederwärts gedrückt wird, ſo iſt klar, daß ſolchergeſtalt die oben aufgeſtellte Erſte Foderung vollkommen befriedigt wird.

Um aber nun auch der zweyten Foderung, rückſichtlich der gleichzeitigen Wirkung beyder Kolben beym Anfange und Ende eines jeden Hubes, Genüge zu leiſten, beſtimme man die Krümmungslinien im erſten und letzten Achtelbogen A β und C ω auf folgende Art.

Man theile zuerſt die Räume A 1 und 7 — 8 (welche das Steigen der Laſt im erſten und letzten Achtelbogen beſtimmen) jeden in drey gleiche Theile. Hierauf trage man mittelſt des oben erwähnten Lineals den erſten Theilungspunkt, vom Scheitel A angefangen, auf den Halbmeſſer M α, welcher die Hälfte des Bogens A β abſchneidet. Die übrigen zwey Drittel der Linie A 1 theile man nun wieder in 3 gleiche Theile, und übertrage davon den erſten oder äuſſerſten Theilungspunkt auf den Halbmeſſer M $\frac{3}{4}$ in die Hälfte des Bogens M β. Eben ſo zerfälle man jetzt das erſte oder äuſſerſte Drittel der Linie A 1 wieder in 3 gleiche Unterabtheilungen, und übertrage hievon den oberſten oder äuſſerſten Theilungspunkt auf den Radius M $\frac{1}{4}$, welcher die Hälfte des Bogens A α abſchneidet. — So erhält man für die Krümmung des Segmentes A 1 vier Hauptpunkte in gleichen Diſtanzen, deren Abſtände von der Achſe, oder deren Steigen von 1 bis A gleichförmig abnimmt, oder 4 Hauptpunkte einer krummen Linie, welche von 1 bis zum Scheitel A ſich immer mehr verflächt, und am Ende ganz unmerklich in die Kreislinie übergeht; und es wird hiernach leicht, durch Fortſetzung derſelben Methode auch mehrere dazwiſchen fallende Punkte zu beſtimmen, und endlich durch alle dieſe Punkte mit freyer Hand eine ununterbrochene und ſtetig fortlaufnde krumme Linie zu ziehen.

Auf gleiche Weiſe verfährt man endlich auch mit dem Segmente 8 b 7, jedoch mit dem Unterſchiede, daß man dieſelbe Theilung zwiſchen 7 und 8 in umgekehrter Ordnung auf die Halbmeſſer dieſes Bogens überträgt, weil das Steigen der Krümmungslinie 8 b 7 in demſelben Verhältniſſe zunehmen muß, als jenes der Linie β A abnimmt.

Auf

Auf dieſe Art erhält man eine zuſammenhängende Krümmungslinie 8 b 7 6 5 4 3 2 1 a A, deren tiefſter Punkt oder Anhub in 8, und deren gröſte Höhe oder Scheitel in A iſt; und da dieſe Linie $\frac{5}{8}$ vom ganzen Umkreiſe ausfüllt, ſo werden auch von der ganzen Umlaufszeit der Welle $\frac{5}{8}$ auf den wirkenden Hub eines Kolbens, und die übrigen $\frac{3}{8}$ auf deſſen Rückzug oder den einſaugenden Hub verwendet, wie der oben geſtellten Foderung gemäß iſt. Von der ganzen Zeit, während welcher ein ſolcher Wellfuß anhebt, arbeitet derſelbe drey Fünftheile allein (mit einem Kolben) und das erſte und letzte Fünftel gemeinſchaftlich mit dem andern Wellfuße, folglich mit zweyen Kolben zugleich. In dieſen beyden Zeiträumen (nämlich im erſten und letzten Fünftel) beträgt aber das Steigen von jedem Segmente nur die Hälfte desjenigen, welches die einzeln arbeitende Scheibe in gleicher Zeit bewirkt. Weil nun überhaupt einerley Kraft dazu erfodert wird, eine gegebene Laſt auf eine beſtimmte Höhe, oder dieſelbe Laſt doppelt auf die Hälfte derſelben Höhe zu bringen, ſo iſt klar, daß die Summe der beyden Widerſtandsmomente am Anfange und Ende eines jeden Hubes dem Momente desjenigen Widerſtandes gleich ſeyn müſſe, welcher bey der Wirkung eines einzelnen Kolbens zu überwinden iſt, und daß demnach die Bewegung während der ganzen Umdrehung des Rades gleichförmig ſeyn müſſe.

Es wächſt zwar der Widerſtand, welchen die im Cylinder zuſammengedrückte Luft verurſacht, beym Anhube eines jeden Kolbens nur nach und nach, bis die Verdichtung derſelben den Beharrungsſtand erreicht hat; allein Erſtens geſchieht dieſes, wenn anders die Luft nicht auf einen auſſerordentlichen Grad verdichtet werden muß, in einer ſehr kurzen Zeit*); und dann kömmt eben beym erſten Anhube auch die Trägheit ſämt-

*) Nach der im 11ten §. gegebenen Beſtimmung iſt der Weg, welchen jeder Kolben vom Anfange ſeines Hubes zurücklegen muß, ehe derſelbe die Luft in die Windleitung auszudrücken anfängt, $x = l \cdot \frac{z}{h + z}$, wenn l den gröſten Abſtand des Kolbens vom Boden des Cylinders, h die Höhe einer Waſſerſäule, welche dem Druck der Atmosphäre entſpricht, und z eine Waſſerſäule anzeigt, welche der verdichteten Luft im Beharrungsſtande das Gleichgewicht hält. Weil nun für das ſtärkſte Gebläſe

ſämtlicher, mit beſchleunigter Geſchwindigkeit in Bewegung zu ſetzender Maſſen zu überwinden, durch welchen beſondern Widerſtand (welcher ſpäterhin, ſobald die Bewegung gleichförmig geworden iſt, wieder aufhört) die Verminderung der eigentlichen Laſt, welche von der Elaſtizität der zuſammengedrückten Luft herrührt, ſo ziemlich, und zwar um ſo vollkommner compenſirt wird, als eben dieſer zufällige Widerſtand in demſelben Maße abnimmt, in welchem die eigentliche Laſt wächſt; und man kann daher mit völliger Sicherheit den Widerſtand durchaus für unveränderlich annehmen, beſonders da auch unvermeidliche kleine Ungleichheiten während ein Par Sekunden durch den Schwung des Rades und der übrigen Maſchinentheile hinlänglich erſetzt, und ganz unmerklich gemacht werden. —

Wenn dann endlich auf dieſe Weiſe der ganze Umfang des Wellfuſſes nebſt dem Wellringe und den Armen in natürlicher Gröſſe aufgetragen iſt, ſo läßt man ein hölzernes Modell genau nach dieſer Lehre verfertigen, welches ſohin auf jeder Eiſenhütte in offenem Sande leicht abgegoſſen werden kann. —

Es iſt übrigens ſehr vortheilhaft, wenn man ſtatt der gewöhnlichen abgebrochenen Wellfüße oder Halbſcheiben (bey welchen der Hebel mit dem Streichbacken nach vollendetem Hube frey wird, und ſich ſelbſt überlaſſen durch ſein eigenes Uebergewicht den

Rückzug

Gebläſe vor einem deutſchen Hochofen für z höchſtens 3′ angenommen werden darf, ſo hat man $x = l.\frac{3}{33+3} = l.\frac{3}{36} = \frac{1}{12}\,l$, und, wenn der ſchädliche Raum unbedeutend iſt, $x = \frac{1}{12}\,b$. Das heißt: der Beharrungsſtand tritt ein, und der Kolben fängt an, Luft in die Windleitung auszudrücken, ſobald derſelbe den zwölften Theil ſeiner Hubeslänge zurückgelegt hat, welches bey dem (Fig. 6.) entworfenen Wellfuße ohngefähr auf dem Punkte b eintreffen wird. Da der entgegengeſetzte zweyte Wellfuß erſt beym Punkte 7 zu arbeiten aufhört, ſo ſieht man, daß bey dieſer Eintheilung die Wirkung des zweyten Kolbens noch früh genug anfängt, ehe jene des erſten aufhört, folglich kein augenblicklicher Stillſtand oder Horchen im Gebläſe zu befürchten iſt. Daſſelbe würde auch noch bey einem Werthe von $z = 4'$, oder $z = 4\frac{1}{2}'$ Statt finden: allein bey einem höhern Grade von Verdichtung müßte der Punkt des Anhubes ſchon weiter über 8 hinaus gerückt, und dem erſten Segmente bis zum Punkte 7 ein gröſſeres Steigen gegeben werden.

Rückzug des Kolbens in der gehörigen Zeit bewirken muß) den zwiſchen dem Scheitel A und dem Anhubpunkte 8 übrig bleibenden leeren Raum durch eine in ſtätiger Richtung fortgeſetzte Krümmungslinie A *E F G H I K L M* ausfüllt, und ſolchergeſtalt eine ganze, ununterbrochen in ſich ſelbſt zurückkehrende, Scheibe in der Form eines Ovales herſtellt, auf deren kleinern Hälfte der Streichbacken vermöge eines hinlänglichen Uebergewichtes beym Rückzuge des Kolbens beſtändig fortgleitet; wodurch eine viel ſanftere und ſichere Bewegung erhalten, und alle diejenigen Zufälle und Gebrechen vermieden werden, welchen die frey zurückfallenden Gewichtskaſten unterworfen ſind.

Anmerkung. Ich habe die Vollkommenheit dieſer einhübigen Wellfüße oder Scheiben, wenn ſelbe nach den hier aufgeſtellten Grundſätzen genau verzeichnet, und mit der hier angegebenen letzten Verbeſſerung von Eiſen gegoſſen werden, bereits an dreyen hydroſtatiſchen Hochofengebläſen, welche nach meiner Angabe im Großen ausgeführt worden ſind, hinlänglich erprobt, indem dieſe Maſchinen mit zweyen einfachen Cylindern ohne Regulator den gleichförmigſten Luftſtrohm ununterbrochen herfürbringen. — Auch habe ich ſchon ähnliche Wellfüße bey zweyen ſehr bedeutenden hydrauliſchen Maſchinen (Druckwerken), die ich unlängſt gebaut habe, mit dem glücklichſten Erfolge ſtatt der gewöhnlichen Kurbeln oder krummen Zapfen angewendet; und ich bin nunmehr vollkommen überzeugt, daß dieſe Vorrichtung überhaupt für die meiſten Fälle der vortheilhafteſte, einfachſte, und dauerhafteſte Mechanismus iſt, um durch eine Radbewegung eine wiederkehrende Bewegung herfürzubringen.

Nöthige Verbeſſerungen.

Seite 2. Anmerkuug, Zeile 1, ſtatt gielt, lies gilt.

— — 5. Zeile 14—15, ſtatt Re=rations, lies Reparations=

— — 25. Zeile 2, ſtatt ſicher, lies ſchwer.

— — 32. Anmerk. Zeile 2, ſtatt dem Kolben, lies den Kolben.

— — 35. Zeile 8, ſtatt ſchwebenden, lies ſchiebenden.

— — 35. Z. 21, ſtatt Dichte, mit, lies Dichte mit

— — 70. Anmerk. Z. 2, ſtatt $\genfrac{}{}{0pt}{}{1}{2}$ m, lies $\frac{1}{2}$ m

— — 79. letzte Zeile, ſtatt $\frac{dx}{\sqrt{x^2 - 1)}}$, lies $\frac{dx}{\sqrt{x^2 - \frac{1}{4})}}$

— — Z. 10 und 12, ſtatt +, lies +

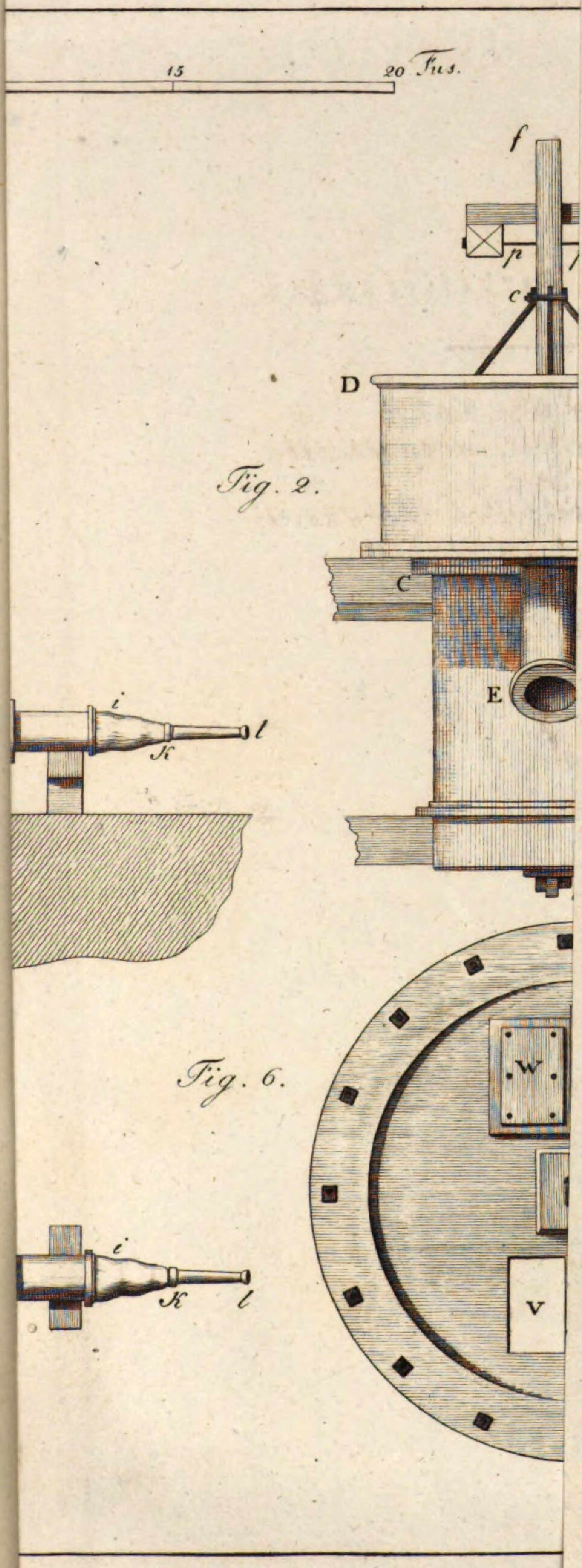
— — 88. Z. 2, ſtatt $\int dy\,(y^2 + 1) - \frac{1}{2}$, lies $\int dy\,(y^2 + 1)^{-\frac{1}{2}}$

— — 98. Z. 8. ſtatt $\genfrac{}{}{0pt}{}{A}{a}$, lies $\frac{A}{a}$

— — 100. Z. 13, ſtatt worans, lies woraus.

— — 103. Z. 9, ſtatt ſo, lies alſo.

Bayerische
Staatsbibliothek
München


15
20 Fus.
f
p
c
D
Fig. 2.
C
E
i
l
K
Fig. 6.
W
V
i
K
l

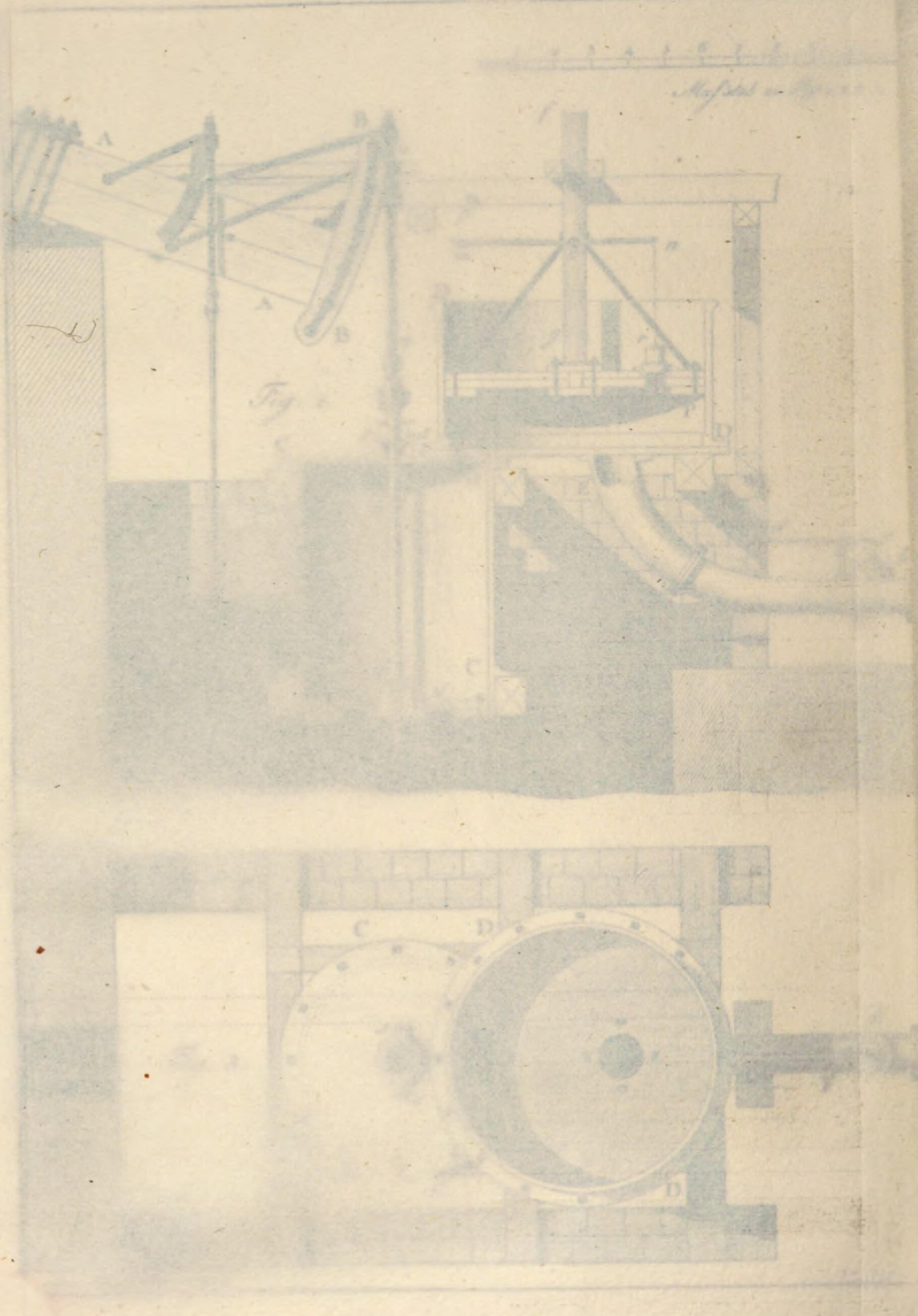
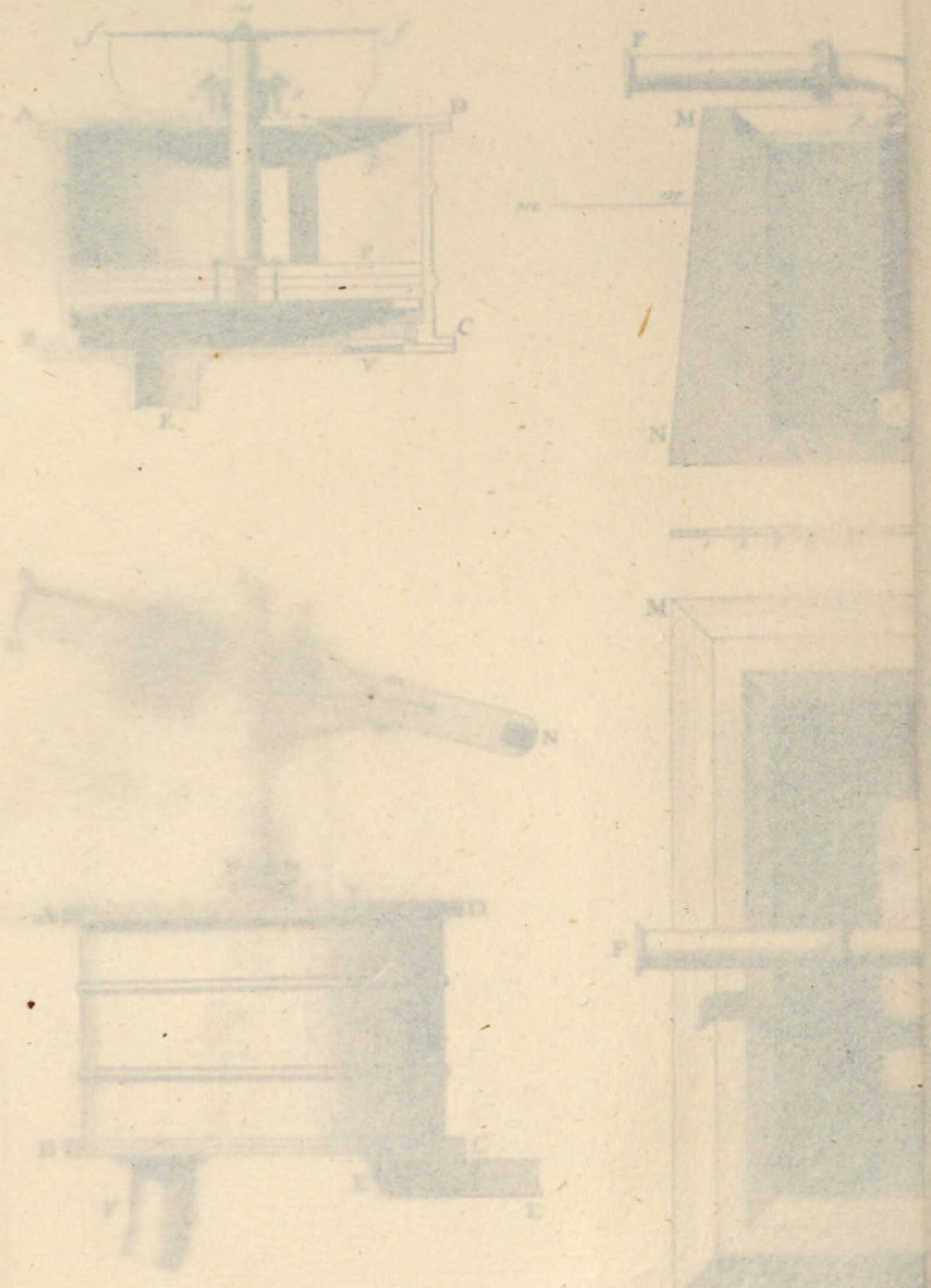


Fig.
F
s
s
s
W
a
a
a
10
15
a
a
a
Fig.
a
a
a

Fig. 8.



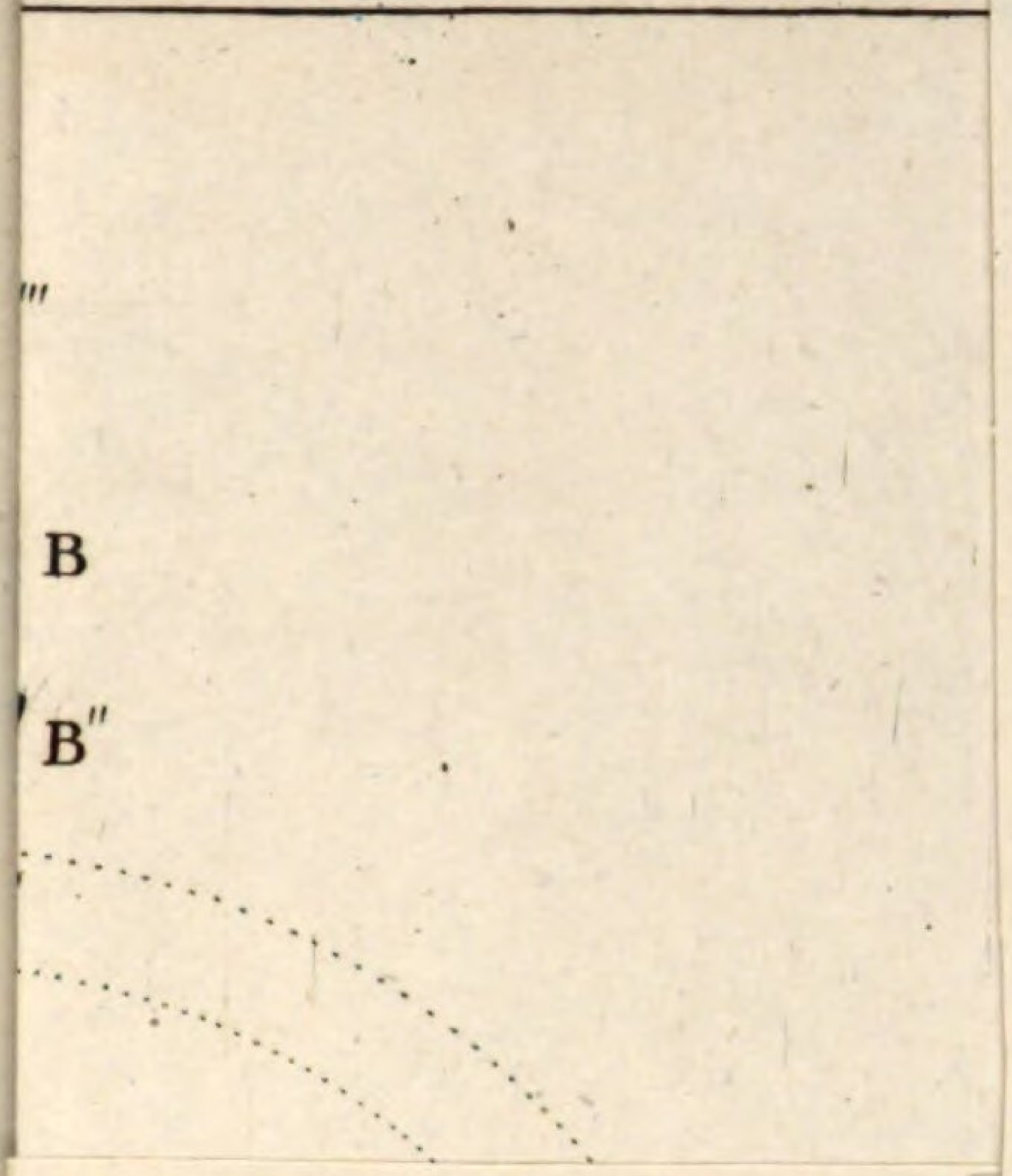

B
B''

Fig. 18

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Baader, Joseph <<von>>,

Beschreibung und Theorie des englischen Cylinder-Gebläses, nebst einigen Vorschlägen zur Verbesserung dieser Maschine

München 1805

Bibl.Mont. 4000

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10724141-4